



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

MAPA GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

ESCALA 1:50.000

VILLA MELLA

(6271-IV)

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 Instituto Geológico y Minero de España (IGME), formando parte del Consorcio IGME-BRGM-INYPSA, con normas, dirección y supervisión de el Servicio Geológico Nacional, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

COORDINACIÓN Y REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

INFORME DE LAS FORMACIONES ARRECIFALES DEL NEÓGENO Y CUATERNARIO

- Dr. Juan Carlos Braga (Universidad de Granada, España)

MICROPALEONTOLOGÍA

- Dr. Luis Granados (Geólogo Consultor)

PETROGRAFÍA DE ROCAS SEDIMENTARIAS

- Dra. Ana Alonso (Universidad Complutense de Madrid, España)
- Dra. María José Herrero (Universidad Complutense de Madrid, España)

GEOLOGÍA ESTRUCTURAL Y TECTÓNICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

GEOMORFOLOGÍA Y PROCESOS ACTIVOS

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

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 (TYPSA) del Programa SYSMIN

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

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

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional

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

Se quiere agradecer muy expresamente al Dr. Andrés Pérez-Estaún la estrecha colaboración mantenida con los autores del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la 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 o micropaleontológicas de cada una de las muestras
- Mapa de muestras
- Álbum de fotos
- Lugares de Interés Geológico

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

- Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del Cuadrante a escala 1:100.000 de Juanillo/Bávaro (6571/6572) y Memoria adjunta
- Mapa de Recursos Minerales del Cuadrante a escala 1:100.000 de Juanillo/Bávaro (6571/6572) y Memoria adjunta
- Geoquímica de Sedimentos Activos y Mineralometría. Mapa a escala 1:150.000 y Memoria adjunta

Y los siguientes Informes Complementarios:

- Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana
- Informe Estratigráfico y Sedimentológico del Terciario

- Informe de Petrología y Geoquímica de las Rocas ígneas y metamórficas
- Informe de Interpretación de la Geofísica Aerotransportada
- Informe de las Dataciones absolutas realizadas por el método Ar/Ar
- Informe de las Dataciones absolutas realizadas por el método U/Pb
- Informe/Catálogo de macroforaminíferos seleccionados

RESUMEN

La Hoja a escala 1:50.000 de Villa Mella (6271-IV) se encuentra situada en el sector meridional de la República Dominicana e incluye el sector septentrional de Santo Domingo.

Su fisonomía responde a una historia geológica muy dilatada, si bien son los procesos acaecidos desde el Plioceno los condicionantes básicos de su fisonomía. Los materiales más antiguos corresponden al Mesozoico, aflorando en el sector noroccidental, perteneciente al ámbito de la Cordillera Central. Componen una amalgama de unidades correspondientes a ámbitos geodinámicos diferentes (Peridotita de Loma Caribe, Complejo Río Verde y Fm Siete Cabezas), que afloran en superficie debido a importantes desgarres de orientación NO-SE que definen la Zona de Falla de La Española, caracterizada fundamentalmente por la extrusión de la Peridotita de Loma Caribe.

En el resto de la Hoja, correspondiente a la Llanura Costera del Caribe, las estructuras del basamento se sumergen y quedan ocultas por el registro depositado durante el Plioceno-Pleistoceno, correspondiente a los materiales margoso-calcáreos de la Fm Yanigua, depositada en un contexto de *lagoon*, que pasan hacia el sur a las calizas arrecifales atribuidas a la Fm Los Haitises

Sobre esta antigua plataforma plio-pleistocena emergida se distribuyen, de forma discontinua e irregular, depósitos cuaternarios de origen fluvial, poligénico, lacustre-endorreico y kárstico, de entre los que destacan por su extensión los piedemontes y abanicos aluviales de baja pendiente procedentes de las cordilleras Central y Oriental.

En el ámbito de la Llanura Costera del Caribe se constata una total ausencia de estructuras tectónicas, manifestándose la dinámica interna reciente por el ascenso de la plataforma pliocena, que puede reconstruirse a lo largo de todo el Cuaternario, desde la emersión del dispositivo plioceno “barrera arrecifal-*lagoon*”, cuya morfología, pese a la actuación de los agentes externos, se conserva hoy día a grandes rasgos.

ABSTRACT

The 1:50.000 Villa Mella Sheet (6271-IV) is located in the southern sector of the Dominican Republic, and it includes the northern sector of Santo Domingo.

Appearance is due to their very long geological history, responding their basic morphostructure to paleogeographic settings of the Pliocene materials. Older rocks correspond to Mesozoic outcrops in the northwest, belonging to Cordillera Central. They include a mix of units of different geodynamic domains (Loma Caribe Peridotite, Río Verde Complex and Siete Cabezas Fm), outcropping for NW-SE strike-slip faults action, defining the Hispaniola Fault Zone, characterized by Loma Caribe Peridotite extrusion.

In the rest of the Sheet, corresponding to the Llanura Costera del Caribe, basement structures are submerged and obscured by the sedimentary succession deposited during the Pliocene-Pleistocene times. They are the marl-limestone Yanigua Fm, sedimented in a lagoon context, passing southwards to reef limestones Los Haitises Fm.

Outcropping discontinuous and irregularly on previous units, it appears quaternary materials, mainly fluvial, lacustrine-endorreic, poligenic and karstic sediments, noted alluvial fans and piedmonts for its extension, from Cordilleras Central and Oriental.

There is a total absence of structures in the Llanura Costera del Caribe, but internal dynamics is expressed by the continuous Pliocene shelf rise, which results in terraces of reef units, evident in south of the region.

Llanura Costera del Caribe has a total absence of tectonic structures; the recent internal dynamics is revealed by the rise of the platform pliocene, which can be reconstructed until today, from pliocene shelf (reef-lagoon, Haitises-Yanigua Fms.) emergence, whose morphology is recognizable today despite external activity.

ÍNDICE

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 10 |
| 1.1. | Metodología | 10 |
| 1.2. | Situación geográfica | 13 |
| 1.3. | Marco geológico..... | 16 |
| 1.4. | Antecedentes | 19 |
| 2. | ESTRATIGRAFÍA | 22 |
| 2.1. | Mesozoico..... | 22 |
| 2.1.1. | Jurásico Superior | 22 |
| 2.1.1.1. | Peridotita de Loma Caribe (1). Peridotitas y peridotitas serpentizadas. Jurásico Superior J ₃ | 22 |
| 2.1.2. | Cretácico Inferior..... | 25 |
| 2.1.2.1. | Complejo Río Verde (2). Metagabros, metabasaltos y metadiabasas. Cretácico Inferior K ₁ | 25 |
| 2.1.3. | Cretácico Superior | 27 |
| 2.1.3.1. | Fm Siete Cabezas (3). Basaltos y esquistos máficos. Cretácico Superior K ₂ | 27 |
| 2.2. | Cenozoico | 30 |
| 2.2.1. | Plioceno-Pleistoceno..... | 30 |
| 2.2.1.1. | Fm Yanigua. (4) Arenas, arcillas y gravas. (5) Margas amarillentas y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N ₂ -Q ₁ | 30 |
| 2.2.1.2. | Fm Los Haitises (6). Calizas arrecifales y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N ₂ -Q ₁ | 33 |
| 2.2.2. | Cuaternario | 35 |
| 2.2.2.1. | Piedemonte (7). Gravas, arenas y lutitas de tonos rojizos. Pleistoceno Medio-Superior Q ₂₋₃ | 35 |
| 2.2.2.2. | Abanicos aluviales de baja pendiente (8). Arcillas abigarradas con cantos. Pleistoceno Q ₂₋₃ | 35 |
| 2.2.2.3. | Fondo de dolina (9). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno Q ₁₋₄ | 36 |
| 2.2.2.4. | Terraza (10). Gravas y arenas. Pleistoceno Q ₃ | 36 |
| 2.2.2.5. | Fondo endorreico (11). Lutitas. Pleistoceno-Holoceno Q ₃₋₄ | 37 |
| 2.2.2.6. | Llanura de inundación (12) Gravas, arenas y lutitas. Cauce o meandro abandonado (13) Lutitas, arenas y gravas. Pleistoceno-Holoceno Q ₃₋₄ | 37 |
| 2.2.2.7. | Fondo de valle (14). Gravas, arenas y lutitas. Holoceno Q ₄ | 38 |
| 2.2.2.8. | Área pantanosa (15). Lutitas con materia orgánica. Holoceno Q ₄ | 38 |
| 2.2.2.9. | Laguna (16) Lutitas. Holoceno Q ₄ | 39 |

| | | |
|----------|--|----|
| 3. | PETROLOGÍA | 40 |
| 3.1. | Descripción de los materiales | 40 |
| 3.1.1. | Peridotita de Loma Caribe (1) | 40 |
| 3.1.2. | Complejo Río Verde (2) | 41 |
| 3.1.3. | Fm Siete Cabezas (3) | 41 |
| 3.2. | Geoquímica..... | 42 |
| 3.2.1. | Complejo Río Verde (2) | 42 |
| 3.2.2. | Fm Siete Cabezas (3) | 45 |
| 4. | TECTÓNICA | 47 |
| 4.1. | Estructura..... | 47 |
| 4.1.1. | Cordillera Central | 47 |
| 4.1.2. | Llanura Costera del Caribe | 49 |
| 4.2. | Estructura de la Hoja de Villa Mella | 50 |
| 5. | GEOMORFOLOGÍA..... | 54 |
| 5.1. | Análisis geomorfológico | 54 |
| 5.1.1. | Estudio morfoestructural | 54 |
| 5.1.1.1. | Formas estructurales | 54 |
| 5.1.2. | Estudio del modelado..... | 56 |
| 5.1.2.1. | Formas gravitacionales | 56 |
| 5.1.2.2. | Formas fluviales y de escorrentía superficial | 57 |
| 5.1.2.3. | Formas lacustres y endorreicas | 59 |
| 5.1.2.4. | Formas originadas por meteorización química | 59 |
| 5.1.2.5. | Formas poligénicas | 60 |
| 5.2. | Evolución e historia geomorfológica | 60 |
| 5.3. | Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico | 62 |
| 5.3.1. | Actividad sísmica | 63 |
| 5.3.2. | Tectónica activa | 65 |
| 5.3.3. | Actividad asociada a movimientos de laderas | 66 |
| 5.3.4. | Actividad asociada a procesos de erosión | 66 |
| 5.3.5. | Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación | 66 |
| 5.3.6. | Actividad asociada a litologías especiales | 67 |
| 6. | HISTORIA GEOLÓGICA | 68 |
| 7. | GEOLOGÍA ECONÓMICA..... | 71 |
| 7.1. | Hidrogeología..... | 71 |
| 7.1.1. | Climatología e hidrología | 71 |
| 7.1.2. | Hidrogeología..... | 71 |
| 7.2. | Recursos minerales | 74 |
| 7.2.1. | Rocas Industriales..... | 74 |
| 7.2.1.1. | Descripción de las Sustancias | 76 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| 7.2.2. Potencial minero | 76 |
| 8. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO | 77 |
| 8.1. Relación de los L.I.G..... | 77 |
| 8.2. Descripción de los Lugares..... | 77 |
| 9. BIBLIOGRAFÍA..... | 80 |

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Metodología

Debido al carácter incompleto y no sistemático del mapeo de la República Dominicana, la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, a través de la Dirección General de Minería (DGM), se decidió a abordar a partir de finales del siglo pasado, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea en concepto de donación. En este contexto, el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (INYPSA), ha sido el responsable de la ejecución del denominado Proyecto 1B, bajo el control de la Unidad Técnica de Gestión (UTG, cuya asistencia técnica corresponde a TYPESA) y la supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN).

Este Proyecto comprende varias zonas que junto con las ya abordadas con motivo de los proyectos previos (C, ejecutado en el periodo 1997-2000; K y L, ejecutados en el periodo 2002-2004), completan la mayor parte del territorio dominicano. El Proyecto 1B incluye, entre otros trabajos, la elaboración de 63 Hojas Geológicas a escala 1:50.000 que componen la totalidad o parte de los siguientes cuadrantes a escala 1:100.000 (Fig. 1.1):

Zona Norte:

- La Vega (La Vega, 6073-I; Jarabacoa, 6073-II; Manabao, 6073-III; y Jánico, 6073-IV)
- San Francisco de Macorís (Pimentel, 6173-I; Cotuí, 6173-II; Fantino, 6173-III; y San Francisco de Macorís, 6173-IV)
- Sánchez (Sánchez, 6273-I; Palmar Nuevo, 6273-II; Cevicos, 6273-III; y Villa Riva, 6273-IV)
- Samaná (Las Galeras, 6373-I; Sabana de la Mar, 6373-III; y Samaná, 6373-IV)
- Santiago (San Francisco Arriba, 6074-I; Santiago, 6074-II; San José de las Matas, 6074-III; y Esperanza, 6074-IV)
- Salcedo (Río San Juan, 6174-I; Guayabito, 6174-II; Salcedo, 6174-III; y Gaspar Hernández, 6174-IV)
- Nagua (Nagua, 6274-III; y Cabrera, 6274-IV)

Memoria

- La Isabela (Barrancón, 5975-I; El Mamey, 5975-II; Villa Vasquez, 5975-III; y El Cacao, 5975-IV)
- Puerto Plata (Puerto Plata, 6075-II; Imbert, 6075-III; y Luperón, 6075-IV)
- Sabaneta de Yásica (Sabaneta de Yásica, 6175-III)

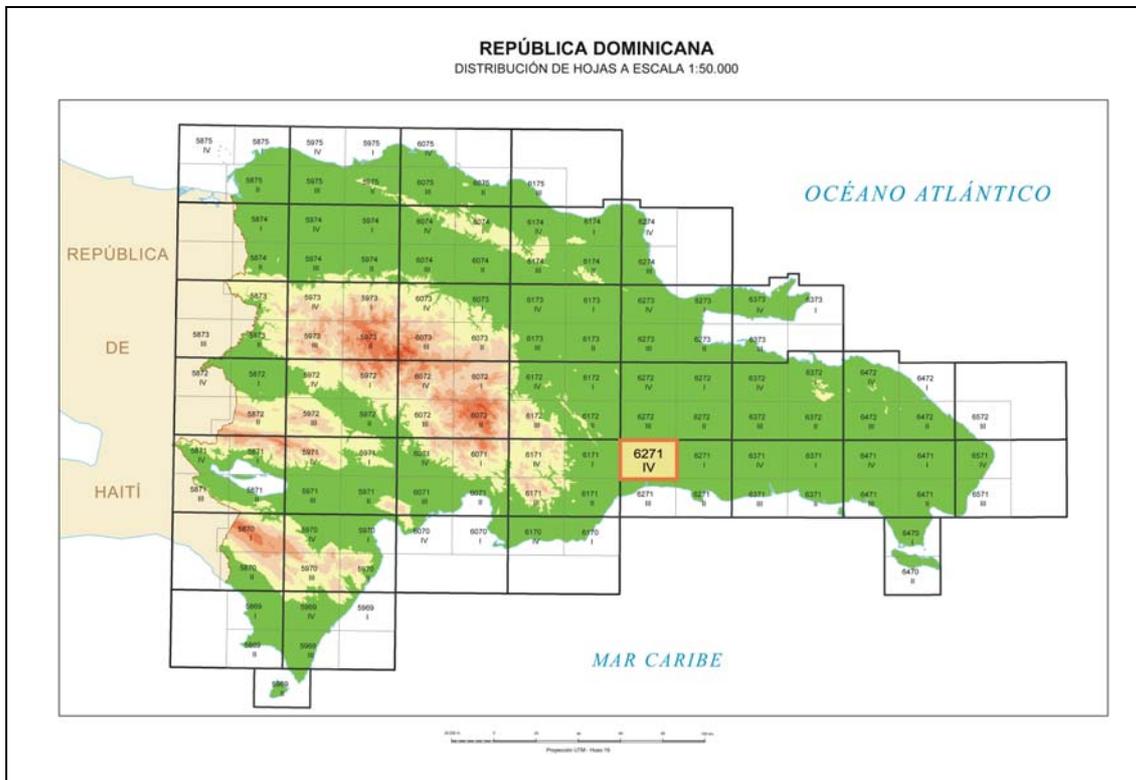


Fig. 1.1. Distribución de Hojas a escala 1:50.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Villa Mella (6271-IV)

Zona Sureste:

- La Granchorra (La Granchorra, 6470-I; y Mano Juan, 6470-II)
- Santo Domingo (Guerra, 6271-I; Boca Chica, 6271-II; Santo Domingo, 6271-III; y Villa Mella, 6271-IV)
- San Pedro de Macorís (Ramón Santana, 6371-I; Boca del Soco, 6371-II; San Pedro de Macorís, 6371-III; y Los Llanos, 6371-IV)
- La Romana (Higüey, 6471-I; San Rafael del Yuma, 6471-II; La Romana, 6471-III; y Guaymate, 6471-IV)
- Juanillo (Juanillo, 6571-III; y Pantanal, 6571-IV)
- Las Lisas (La Vacama, 6472-I; y El Salado, 6472-II)
- Bávaro (Bávaro, 6572-III)

Zona Sur:

- Sabana Buey (Sabana Buey, 6070-I)

- Baní (Nizao, 6170-I; y Baní, 6170-IV)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (Isla Beata, 5868-I)
- Cabo Rojo (Cabo Rojo, 5869-I; y Punta Ceminche, 5869-II)
- Enriquillo (Enriquillo, 5969-I; Oviedo, 5969-III; y Arroyo Dulce, 5969-IV)
- Pedernales (Puerto Escondido, 5870-I; y Pedernales, 5870-II)
- Barahona (La Ciénaga, 5970-II; y Polo, 5970-III)

Ya que cada Hoja forma parte de un contexto geológico más amplio, la ejecución de cada una de ellas se ha enriquecido mediante la información aportada por las de su entorno, con frecuentes visitas a sus territorios; por ello, a lo largo de la presente Memoria se hacen alusiones a otras Hojas a escala 1:50.000, en especial a las de Los Alcarrizos (6171-I) y Monte Plata (6272-III) y a las que integran el cuadrante a escala 1:100.000 de Santo Domingo (6271).

Durante la realización de la Hoja a escala 1:50.000 de Villa Mella se ha utilizado la información disponible de diversa procedencia, así como las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA (1983-84) y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Para la identificación y el seguimiento de estructuras profundas o subaflorantes, ha sido de gran utilidad el Mapa de Gradiente vertical de la República Dominicana (Fig. 1.2).

Los recorridos de campo se complementaron mediante fichas de control en las que se registraron los puntos de toma de muestras (petrológicas, paleontológicas y sedimentológicas), datos de tipo estructural y fotografías. De forma coordinada con la elaboración de la Hoja, se realizó la cartografía Geomorfológica y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante correspondiente, a escala 1:100.000 (Santo Domingo, 6271).

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 Tecnológico y Geominero de España y el Servicio Geológico Nacional de la República Dominicana, e inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA).

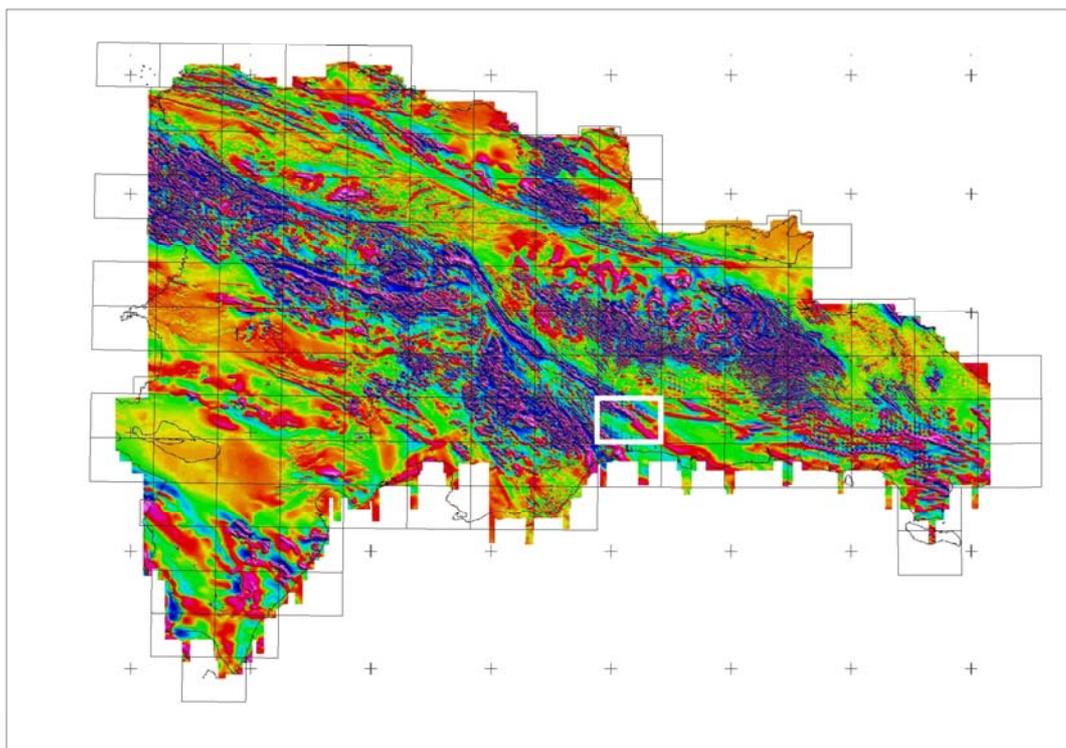


Fig. 1.2. Mapa de Gradiente vertical de la República Dominicana (Ayala *et al.*, *in press*)

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:50.000 de Villa Mella (6271-IV) se encuentra situada en el sector meridional de la República Dominicana, en el ámbito de Santo Domingo, cuyo área septentrional pertenece al sector meridional de la Hoja. La mayor parte de su territorio pertenece a la provincia de Santo Domingo (municipios de Santo Domingo Este, San Antonio de Guerra, Santo Domingo Norte y Los Alcarrizos), excepto sus sectores meridional, perteneciente al Distrito Nacional, y nororiental, perteneciente al de Monte Plata (municipio de Monte Plata). El sector meridional se encuentra bajo el ámbito de influencia de Santo Domingo.

Su fisiografía queda definida por la presencia de la Cordillera Central en el extremo noroccidental y sobre todo, de la Llanura Costera del Caribe en el resto de la Hoja (Fig. 1.3), dos de los principales dominios fisiográficos de la República Dominicana (De la Fuente, 1976).

La Cordillera Central es el principal sistema montañoso de La Española, atravesándola en sentido NO-SE desde San Nicolás hasta las inmediaciones de Santo Domingo.

Posee una longitud de 550 km y una anchura de 80 km, alcanzando su máxima altitud en el pico Duarte, con 3.087 m. Discurre entre el valle del Cibao, al noreste, y el valle de San Juan y la Llanura de Ázua, al suroeste. Su relieve es muy irregular, pudiendo establecerse en su interior diversos subdominios de características fisiográficas sensiblemente diferentes. En la zona de estudio se incluyen sus estribaciones sudorientales, representadas por dos modestas alineaciones montañosas (Fig. 1.4), las lomas Los Mameyes (195 m) y Sierra Prieta (254 m), desde las que se domina el resto de la Hoja.

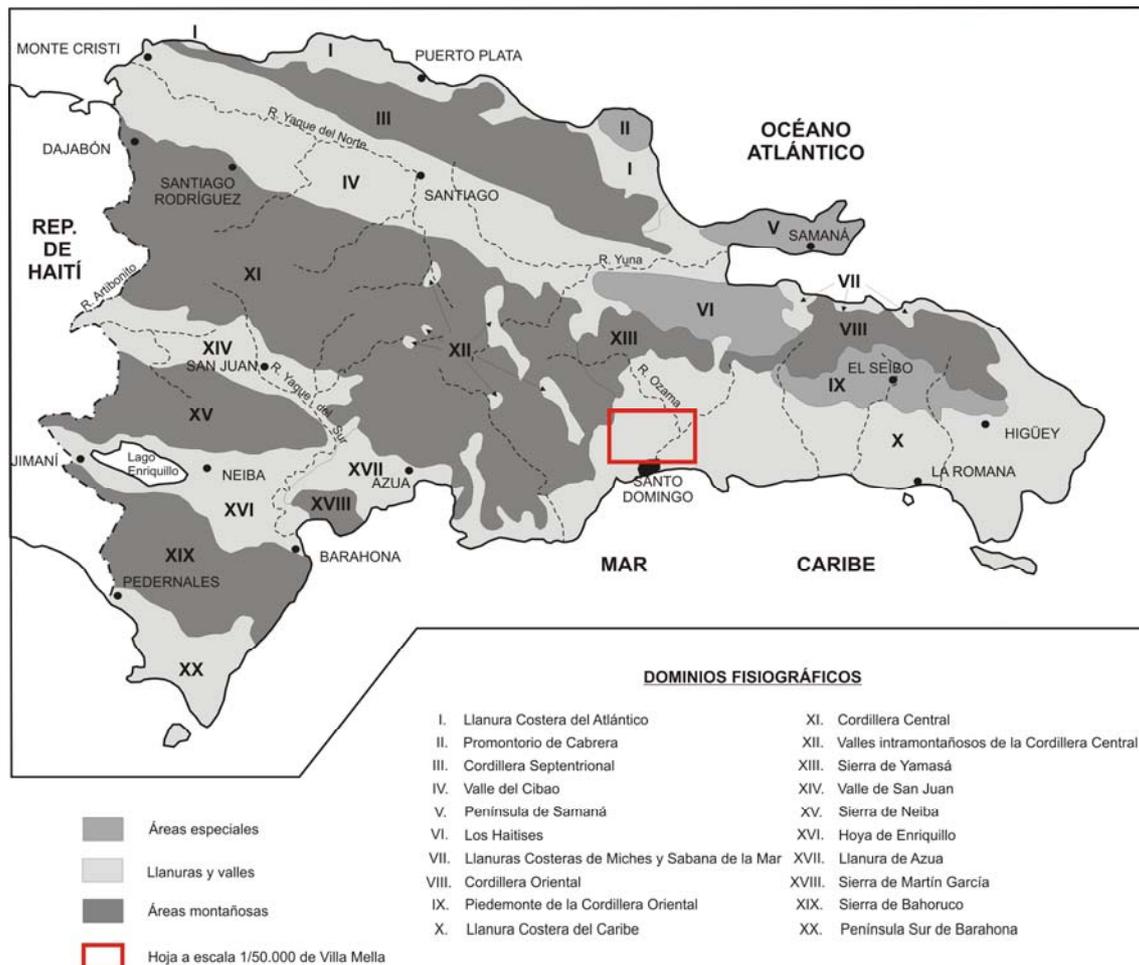


Fig. 1.3. Esquema de situación de la Hoja de Villa Mella en relación con los principales dominios fisiográficos de la República Dominicana (De la Fuente, 1976, modificado)

La Llanura Costera del Caribe es la más destacada de las planicies litorales de la República Dominicana, tanto por sus dimensiones (240 km de longitud y 10-40 km de anchura), como por albergar varios de sus principales núcleos de población: Santo Domingo, La Romana y San Pedro de Macorís. En un sentido estricto, se extiende al este del río Haina con dirección E-O, bordeando la Cordillera Oriental por el sur y el

este. Se configura como una monótona planicie que sólo ocasionalmente supera 100 m de altitud, atravesada de norte a sur por esporádicos cursos fluviales de gran envergadura: Ozama, Higuamo, Soco, Cumayasa, Chavón y Yuma, de oeste a este. Pese a ello, en general se trata de una región con drenajes deficientes, especialmente en su franja costera, cuya constitución carbonatada hace que predominen los procesos de karstificación, con numerosas pérdidas de drenaje. Su litoral se configura principalmente como una costa baja, pero acantilada, en la que se intercalan diversas playas, más frecuentes en el sector oriental.

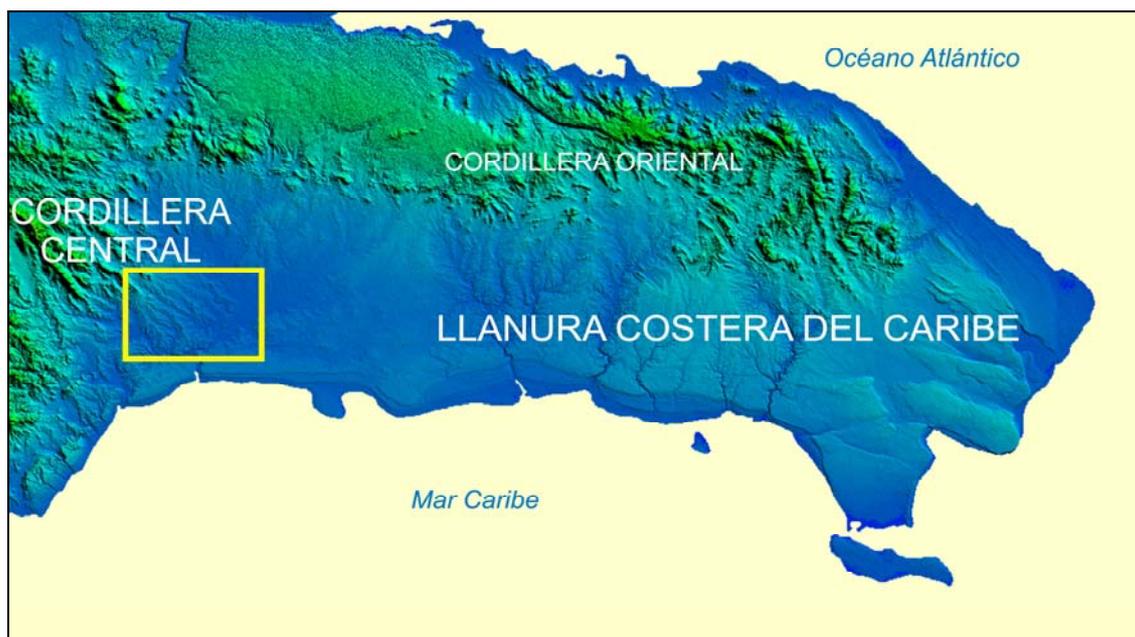


Fig. 1.4. Modelo digital del terreno de la Llanura Costera del Caribe

En el ámbito de la Hoja, la fisonomía de la Llanura Costera del Caribe se caracteriza por pequeños contrastes altimétricos. Presenta una altitud máxima cercana a +100 m en el borde de la Cordillera Central, que disminuye suavemente hacia el sur y sureste hasta el valle de los ríos Ozama e Isabela, donde alcanza cotas mínimas ligeramente inferiores a +10 m, ascendiendo nuevamente al sur de los citados ríos, hasta sobrepasar +40 m en diversas zonas. A grandes rasgos, estos pequeños desniveles confieren al paisaje una fisonomía de gran planicie, si bien en detalle la aparente monotonía desaparece por la incisión de una densa red de arroyos, más encajados en el sector occidental.

La red de drenaje se articula en torno al río Ozama, que con dirección N-S atraviesa el sector central, y a sus afluentes Isabela y Yabacao. Debido a las bajas pendientes, sus amplias llanuras de inundación albergan numerosas lagunas y áreas pantanosas.

La región posee un típico clima tropical (De la Fuente, 1976), suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 25-27° C y precipitaciones que aumentan de sureste a noroeste desde 1.700 hasta 2.100 mm/año; es frecuente la llegada de tormentas tropicales y huracanes, especialmente concentrados entre septiembre y octubre, observándose variaciones estacionales ligeras, siendo algo más acusadas las diarias. La estación de lluvias se extiende de marzo a diciembre y la seca, de diciembre a marzo.

Debido al desarrollo urbanístico, es escasa la flora autóctona preservada en el sector meridional. En el septentrional, la vegetación corresponde a un tipo húmedo subtropical, si bien son muy abundantes los pastizales y campos de cultivo.

La mitad meridional posee una densidad de población muy elevada, no sólo por incluir el sector septentrional de Santo Domingo, sino también numerosas áreas urbanizadas cuyo crecimiento ha hecho que se extiendan de oeste a este sin solución de continuidad: Arroyo Hondo, Villa Mella, Sabana Perdida, San Luis y San Isidro, donde la actividad de la población se centra en los sectores de servicios e industrial. Por el contrario, en la mitad septentrional, La Victoria constituye el único núcleo de población destacado, centrándose la actividad humana en los sectores agrícola y ganadero.

La red de comunicaciones es buena, con una nutrida red de carreteras entre las que destacan las autopistas del Nordeste (Juan Pablo II), que discurre por el sector oriental, y Juan Pablo Duarte, mínimamente representada en el sector suroccidental. Las principales vías de comunicación se completan con la presencia del Aeropuerto Internacional La Isabela (Doctor Joaquín Balaguer).

1.3. Marco geológico

La Hoja de Villa Mella (6271-IV) se localiza en la confluencia entre la Cordillera Central y Llanura Costera del Caribe, dominios representados de forma muy parcial en ella (Fig. 1.5).

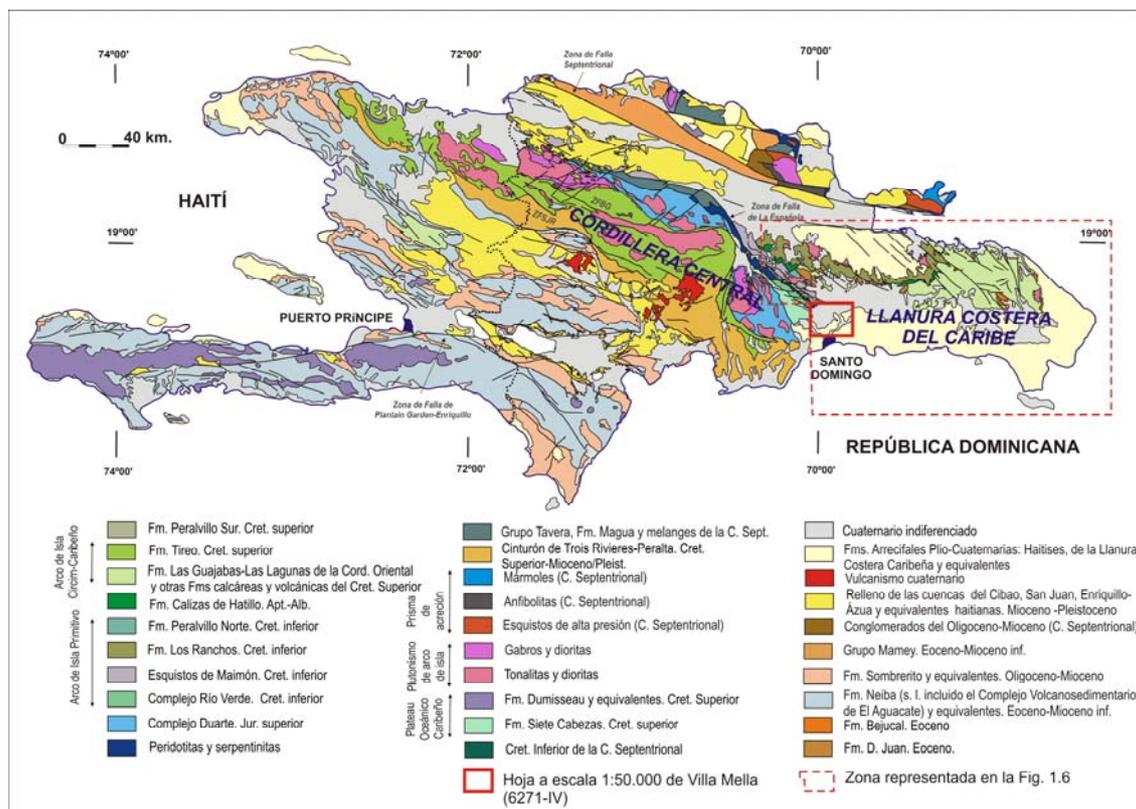


Fig. 1.5. Esquema geológico de La Española y situación de la Hoja de Villa Mella

La Cordillera Central presenta una notable complejidad derivada de una azarosa evolución, reconociéndose en ella materiales mesozoicos de ambientes geodinámicos totalmente diferentes. Su flanco nororiental constituye un dominio con características específicas denominado Cinturón Intermedio (Bowin, 1960), en el que se encuentran incluidos los afloramientos de la Hoja. Uno de sus rasgos principales es la presencia de la Zona de Falla de La Española, accidente geodinámico de primer orden que favorece la extrusión de la Peridotita de Loma Caribe a favor de desgarres de dirección NO-SE, flanqueada en la región por materiales de arco insular, al noreste, y de meseta oceánica del Cretácico Inferior, al suroeste. Más recientemente, Escuder Viruete *et al.* (2008) han individualizado tres bloques tectónicos o corticales en la cordillera, en base a sus diferencias estratigráficas y geoquímicas: la Zona de Falla de La Española corresponde al Bloque de Bonao, en tanto que los materiales situados al suroeste de ella (hasta la falla de San José-Restauración) forman parte del bloque de Jarabacoa.

La amalgama de dominios tan diferentes se produjo como consecuencia de un régimen transpresivo provocado por la colisión oblicua entre las placas Norteamericana y del Caribe, durante el Paleógeno. Flanqueando este complejo

basamento mesozoico y los cortejos plutónicos intruidos en él, se depositaron potentes sucesiones sedimentarias paleógeno-miocenas, entre las que adquirieron una notable representación las de naturaleza turbidítica. A finales del Terciario, la cordillera se habría estructurado conforme al patrón reconocido hoy día, si bien no habría adquirido su envergadura actual como sistema montañoso.

Por su parte, la actual Llanura Costera del Caribe (Fig. 1.6) constituiría durante el Plioceno una plataforma carbonatada en la que un sistema de construcciones arrecifales (Fm Los Haitises), protegería hacia el norte un *lagoon* (Fm Yanigua) que eventualmente sufriría la llegada de descargas terrígenas procedentes de unas incipientes cordilleras Central y Oriental. La emersión de la plataforma, con el consiguiente retroceso de los complejos arrecifales hacia el sur hasta su posición actual y el avance en el mismo sentido de abanicos y piedemontes procedentes de los relieves montañosos, son los condicionantes fundamentales de la morfoestructura general de la Hoja, sobre la que han actuado con mayor o menor eficacia los agentes externos, especialmente los de origen fluvial, lacustre-endorreico, kárstico y poligénico.

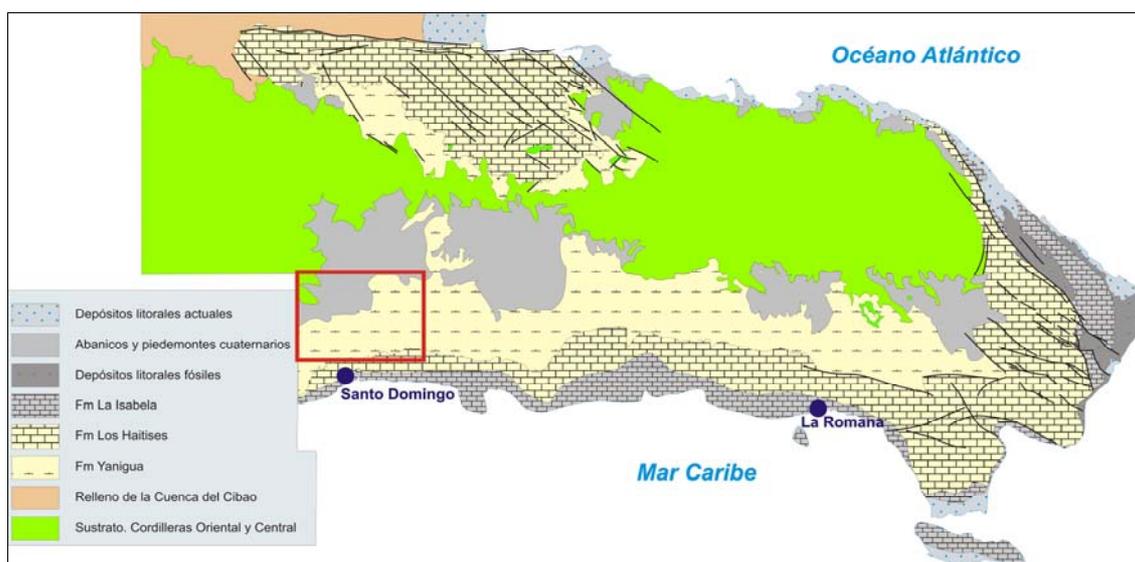


Fig. 1.6. Esquema geológico de las plataformas plio-cuaternarias del sector oriental de la República Dominicana

Aunque el ascenso y la consiguiente retirada del mar son interpretadas en el contexto de fenómenos de envergadura geodinámica, prácticamente son inexistentes las estructuras de origen tectónico, concentrándose en el ámbito de la Cordillera Central. En cualquier caso, diversos métodos geofísicos han señalado la continuidad de la

Zona de Falla de La Española en profundidad, manteniendo su dirección NO-SE (Fig. 1.2).

1.4. Antecedentes

Aunque los trabajos geológicos pioneros en la República Dominicana se remontan a la época del descubrimiento de América, el conocimiento actual se sustenta principalmente en el notable impulso que se produjo entre las décadas de los años sesenta y ochenta del pasado siglo, merced a la elaboración de una serie de tesis doctorales de carácter regional, entre las que cabe señalar las de: Bowin (1960), sobre el sector central de la República Dominicana; Nagle (1966), relativa a la geología del sector de Puerto Plata; Mann (1983), centrada en aspectos estructurales y estratigráficos de La Española y Jamaica; Boisseau (1987), que precisa la estructura del flanco nororiental de la Cordillera Central; Mercier de Lepinay (1987), con un ambicioso estudio estratigráfico y estructural de la isla a fin de establecer su interpretación geodinámica; De Zoeten (1988), que trata sobre la estratigrafía y la estructura de la cordillera Septentrional; y Dolan (1988), que aborda la sedimentación paleógena en las cuencas orientales de las Antillas Mayores.

Es imprescindible destacar la auténtica puesta al día de los conocimientos geológicos acerca de La Española que supuso la interesante monografía de Mann *et al.* (1991) para la Sociedad Geológica de América, documento básico para trabajos posteriores. No obstante, en ella se echa de menos algún trabajo relativo a un dominio de la extensión de la Llanura Costera del Caribe. Igualmente, aunque la Cordillera Central sí es objeto de varios estudios, ninguno de ellos afecta específicamente al territorio de la Hoja.

El volumen anterior va acompañado de cartografías de síntesis a escala 1:150.000 de diversos dominios, observándose también una importante escasez de datos en relación con la Llanura Costera del Caribe y el área de la Cordillera Central incluida en la Hoja. Además de estas cartografías de síntesis, es preciso destacar la efectuada a escala 1:250.000 por la Dirección General de Minería y el Instituto Cartográfico Universitario en colaboración con la Misión Alemana (1991).

Entre los trabajos más recientes es preciso señalar por la ingente cantidad de información geológica aportada, los proyectos C (IGME-INYPSA-Prointec, 1997-2000) y L (IGME-BRGM-INYPSA, 2002-2004) del Programa SYSMIN, desarrollados

básicamente en el ámbito de la Cordillera Central y del sector oriental de La Española, respectivamente. Aunque destacan especialmente los aspectos relacionados con la cartografía geológica (escala 1/50.000) y geomorfológica y de procesos activos (escala 1/100.000), no deben olvidarse las memorias que acompañan a cada una de las Hojas elaboradas, ni los diversos informes complementarios, de carácter petrológico, sedimentológico y paleontológico.

La información acumulada, tanto el proyecto anterior como en los restantes relacionados con la cartografía geotemática del Programa SYSMIN, dieron pie a sendas monografías: Pérez-Estaún *et al.* (2002), relacionada con el Proyecto C, desarrollado fundamentalmente en la Cordillera Central y la cuenca de Ázua; y Pérez-Estaún *et al.* (2007), relacionada con los proyectos K y L, desarrollados básicamente en las cordilleras Central y Oriental, las sierras de Bahoruco y Neiba y las cuencas de Enriquillo y del Cibao.

En relación con el territorio ocupado por la Hoja, los complejos arrecifales del sector suroriental de La Española han sido mencionados desde épocas remotas (Gabb, 1873; Cook, en Vaughan *et al.*, 1921). No obstante, la primera descripción detallada de estas terrazas es debida a Barrett (1962), que señala la existencia de ocho niveles principales. Posteriormente, Schubert y Cowart (1982) proponen una cronología preliminar para estos niveles y Geister (1982) se centra en aspectos paleoambientales y paleogeográficos del sector Santo Domingo-Boca Chica.

En cualquier caso, el trabajo de mayor interés al respecto es el Informe elaborado por Braga (2010) dentro del presente proyecto, en el que además de tener en cuenta los datos aportados por los trabajos previos, aborda la estratigrafía, sedimentología y paleogeografía de las formaciones arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana, incluyendo referencias concretas a la Hoja de Villa Mella.

En cuanto a los estudios de índole geomorfológica, son escasos, al igual que en el resto de la República Dominicana. De entre ellos, hay que resaltar el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones, apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones geográficas han servido de referencia durante la realización del presente trabajo.

Por último, dentro del Programa SYSMIN y con carácter general en relación al ámbito dominicano, es preciso señalar los trabajos relativos a geofísica aeroportada (CGG, 1997) y a aspectos sísmicos (Prointec, 1999) e hidrogeológicos (Acuater, 2000; Eptisa, 2004).

2. ESTRATIGRAFÍA

En la Hoja a escala 1:50.000 de Villa Mella afloran materiales de naturaleza y edad muy diversa, que constituyen tres conjuntos netamente diferenciados:

- Materiales mesozoicos de origen diverso, aflorantes en el ámbito de la Cordillera Central y, más concretamente, del denominado Cinturón Intermedio. Se trata de tres conjuntos ígneo-metamórficos cuya disposición actual responde exclusivamente a fenómenos de naturaleza tectónica.
- Materiales plio-pleistocenos, que configuran la morfoestructura básica de la Llanura Costera del Caribe. Se trata de una sucesión de rocas sedimentarias de origen marino cuya disposición es el resultado de la tendencia ascendente de la región.
- Materiales cuaternarios, que se disponen discontinuamente sobre los dos conjuntos anteriores. Responden a un espectro genético variado que incluye depósitos de origen fluvial, lacustre-endorreico, poligénico y kárstico.

2.1. Mesozoico

2.1.1. Jurásico Superior

Se atribuyen a este periodo los materiales conocidos como Peridotita de Loma Caribe, aflorantes a favor de la Zona de Falla de La Española. Se trata de uno de los dominios más característicos de la Cordillera Central y también de los de interpretación más compleja al mostrar contactos de naturaleza tectónica con todas las unidades adyacentes.

2.1.1.1. Peridotita de Loma Caribe (1). Peridotitas y peridotitas serpentinizadas. Jurásico Superior J₃

Sus afloramientos de la Hoja se localizan en el extremo suroriental de una alineación peridotítica de dirección NO-SE (Figs. 2.1 y 4.2) que, con una longitud de unos 95 km y anchura variable entre unas decenas de metros y varios kilómetros, discurre al

sureste de La Vega. El mapa de gradiente vertical de la República Dominicana (Fig. 1.2) y diversas líneas sísmicas realizadas en la cuenca de San Pedro (Valladares *et al.*, 2006) constatan la prolongación de la alineación por el sustrato de la Hoja hasta alcanzar el subsuelo del mar Caribe.

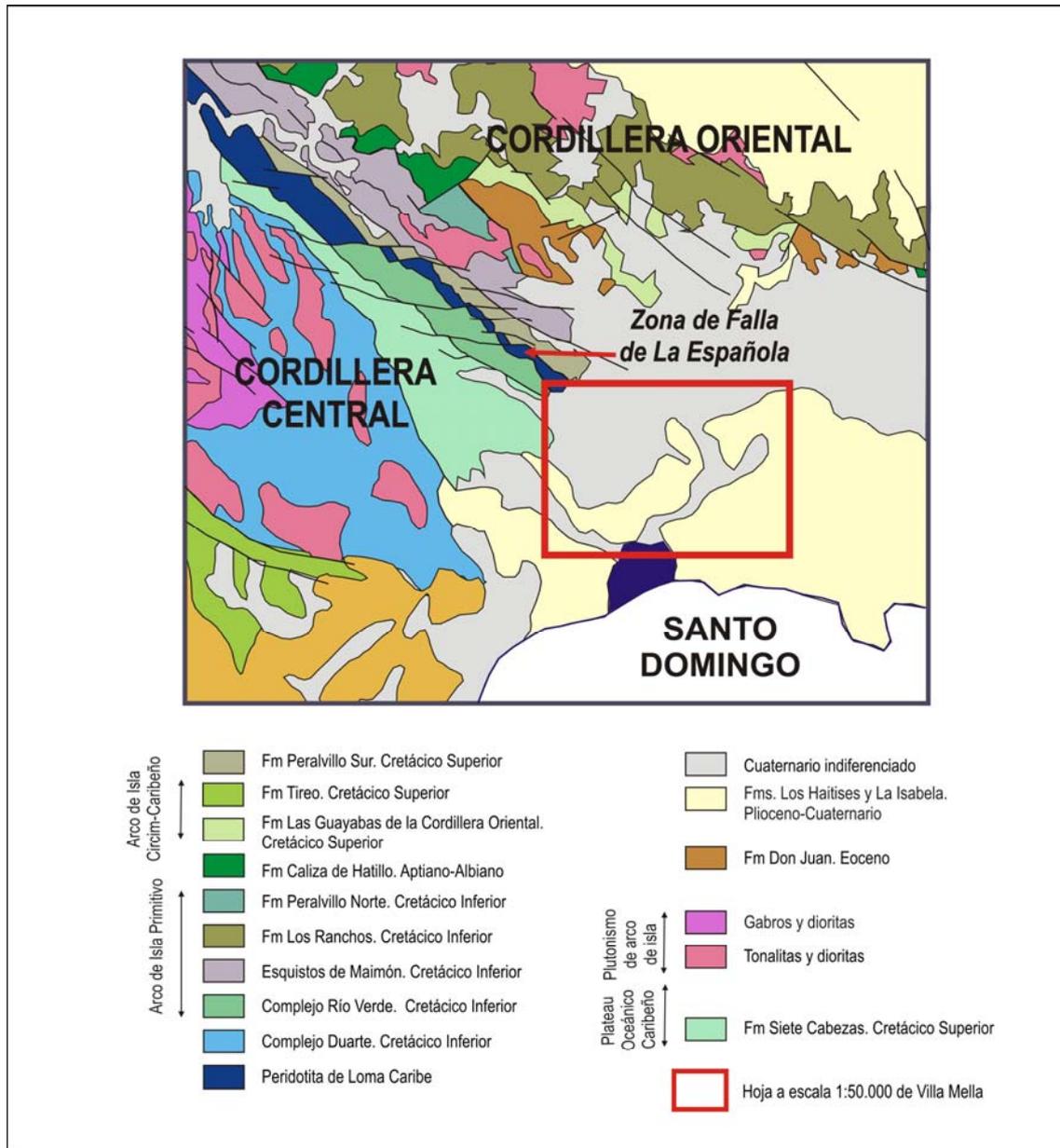


Fig. 2.1. Esquema geológico del sector oriental de la Cordillera Central y situación de la Zona de Falla de La Española

Constituye uno de los conjuntos geológicos más relevantes de La Española, tanto por sus implicaciones geodinámicas y estructurales, como por la importancia económica de las explotaciones de ferromanganeso asociadas a sus alteraciones lateríticas. Su denominación es debida a Bowin (1960,1966) que la consideró como un eje que

separa unidades con características litológicas y estructurales diferentes dentro del Cinturón Intermedio. Su geometría es debida en buena medida a la tectónica de desgarre asociada a la Zona de Falla de La Española (Mann *et al*, 1991b). En la región, esta fracturación ha dado lugar al desmembramiento de la cresta peridotítica en dos resaltes morfológicos de dirección NO-SE, limitados por fallas subverticales.

La alineación nororiental consiste en un conjunto arrosariado de cuerpos elongados, cartográficamente continuos entre sí y con espesores estructurales de 1-2 km que configuran las elevaciones de la loma Sierra Prieta. Su límite nororiental no es visible al quedar oculto bajo depósitos cuaternarios, pero en la vecina Hoja de Monte Plata (6272-III) está constituido por la Fm Peralvillo Sur. Por su parte, la alineación suroccidental constituye un resalte morfológico sensiblemente inferior, estando representada por cuerpos aislados de peridotita que afloran esporádica y discontinuamente a lo largo de la Zona de Falla de Hato Viejo, que la limita con la Fm Siete Cabezas. Entre ambas bandas peridotíticas, dando lugar a zonas de relieve deprimido, aflora el Complejo Río Verde (unidad 2).

Los afloramientos de la Peridotita de Loma Caribe son relativamente fáciles de identificar, tanto en foto aérea como en el paisaje, ya que conforman relieves alomados caracterizados por una vegetación menos densa que la de los parajes circundantes. Sus mejores exposiciones se encuentran en la cantera situada junto a la carretera Villa Mella-Monte Plata en el ámbito de Sierra Prieta, y en las del paraje de Las Tres Bocas. En ellas se observan rocas de tonos oscuros (inicialmente peridotitas) de aspecto masivo, cizalladas y serpentinizadas e intruidas por diques; en detalle, se observan tonalidades azuladas oscuras con un “estampado” de color blanquecino debido a la serpentización.

Su fábrica es muy compleja y responde a varios episodios superpuestos de cizallamiento, los más recientes relacionados con la tectónica de desgarres finiterciaria/actual. Esta fuerte tectonización dificulta la observación de la roca original, que en muestra de mano se presenta como una roca oscura de grano muy fino y evidente composición ultrabásica, reconociéndose apenas algunos porfiroclastos pseudomorfos de olivino, completamente reemplazados por un agregado de serpentinas. Es relativamente habitual encontrar cuerpos gabroideos como pequeños acumulados ígneos relictos y ocasionales cortejos de diques doleríticos y dioríticos, en algunos casos notablemente plegados.

A lo largo del tiempo, han sido diversas las interpretaciones propuestas sobre su origen. Así, Lewis (1982) abordó las características “alpinas” de su modo de emplazamiento y su posible interpretación como una ofiolita desmembrada. Sin embargo, para Theyer (1983) no hay duda de que la peridotita de los alrededores de Loma Quemada (Hoja a escala 1:50.000 de Villa Altagracia, 6172-II), forma un manto ofiolítico alóctono cuya obducción se produjo hacia el sur a finales del Oligoceno o durante el Mioceno. Por otra parte, Boisseau (1987) y Mercier de Lepinay (1987) asociaron la peridotita con las series esencialmente basálticas de las Fms. Peralvillo y Siete Cabezas, de edad Cretácico Superior, en un conjunto ofiolítico cuyo emplazamiento se produciría hacia el norte, sobre rocas de un arco isla, durante el Maastrichtiano. También Draper y Lewis (1991) señalan una interpretación similar a la de Boisseau (1987), aunque para ellos el conjunto ofiolítico se formaría en una cuenca de *back-arc* cuyo cierre habría dado lugar al metamorfismo de las rocas de la Cordillera Central. Posteriormente, Draper *et al.* (1995, 1996) y Draper y Gutiérrez (1997) proponen la asociación ofiolítica Peridotita-Complejo Duarte y sugieren su emplazamiento hacia el norte durante el Cretácico Inferior, dando lugar al desarrollo de una importante zona de cizalla en las unidades obducidas (Esquistos de Maimón). Más recientemente, Escuder Viruete *et al.* (2007), consideran la Peridotita de Loma Caribe como parte de una ofiolita incompleta (junto con la Asociación Volcano-plutónica de la Loma de la Monja y el Chert de El Aguacate), representando un estadio magmático previo al desarrollo del arco insular caribeño del Cretácico.

Aunque por su origen mantélico no tiene sentido hablar de la edad de la peridotita, se ha asignado al Jurásico Superior por su posible asociación a las ofiolitas de la Loma de la Monja (Jurásico) y siguiendo los criterios de Hojas vecinas (Hernaiz, 2004).

2.1.2. Cretácico Inferior

Incluye el denominado Complejo Río Verde, conjunto integrado por metabasitas y ligado espacialmente a la alineación peridotítica de Loma Caribe y, por tanto, a la Zona de Falla de La Española.

2.1.2.1. Complejo Río Verde (2). Metagabros, metabasaltos y metadiabasas. Cretácico Inferior K₁

Se disponen tectónicamente entre las alineaciones de la Peridotita de Loma Caribe descritas (unidad 1), sin que se observen sus relaciones originales. El Complejo Río

Verde fue definido por Lewis y Draper (1995), que basándose en sus características distintivas propusieron su individualización del Complejo Duarte, al que se había asignado tradicionalmente (Bowin, 1960, 1966; Boisseau, 1987; Mercier de Lepinay 1987, entre otros).

Sus afloramientos, de muy deficiente calidad, se restringen al extremo noroccidental de la Hoja, donde dan lugar a relieves deprimidos que contrastan con las elevaciones producidas por los restantes conjuntos mesozoicos. Constituyen el extremo suroriental de una banda de rocas metabásicas de protolito volcánico orientadas según NO-SE, de más de 30 km de longitud y 4-5 km de anchura (Fig. 2.1), pero que en la Hoja se estrecha hasta algo menos de 1 km.

Tan sólo son posibles algunas observaciones de poco detalle en la pista de acceso a Finca Navarro desde Sierra Prieta, por lo que para su descripción es necesario recurrir a los datos de zonas próximas (Hernaiz, 2004). Consiste en una asociación de metabasaltos, metagabros y términos metavolcanoclásticos relacionados, heterogéneamente deformada en condiciones dúctiles y afectada por un metamorfismo plurifacial en facies de prehnita-pumpellita a anfibolítica superior, configurando una secuencia tectonometamórfica invertida de esquistos y anfibolitas.

A escala de afloramiento, los metabasaltos presentan un grano fino o muy fino y un característico color gris oscuro que les confiere aspecto masivo, aunque en detalle casi siempre es posible reconocer la fábrica plano-linear (Sp-Lp), definida por un bandeo milimétrico de capas verdes oscuras ricas en anfíbol, alternantes en mayor o menor medida con lentejones claros muy aplastados ricos en plagioclasa y cuarzo. La lineación mineral contenida en el plano de foliación está definida por la orientación de los cristales de anfíbol y el alineamiento de las colas de recristalización de porfiroclastos. El carácter milonítico de la fábrica se observa a simple vista por su geometría de tipo Sc, a la que se sobreimpone una crenulación extensional de tipo EEC. Son frecuentes el microplegamiento y los pliegues en vaina de orden métrico y decimétrico. La fábrica presenta buzamientos acusados al ENE y la lineación, inmersiones suaves hacia el E, SE y SSE.

En muestra de mano, las metadiabasas y los metagabros se distinguen por el entramado de cristales de plagioclasa y máficos. Alternan con los metabasaltos en niveles con igual grado de deformación, pero también aparecen en niveles algo menos deformados de disposición subconcordante con la Sp, así como en niveles o diques

prácticamente indeformados subperpendiculares u oblicuos a la Sp, por lo que muestran todo un rango de relaciones respecto al desarrollo de la Sp, desde sincinemáticas a claramente postcinemáticas.

Se asigna al Cretácico Inferior en función de la edad de 110-118 Ma (Aptiano-Albiano) señalada por Escuder Viruete *et al.* (2010), coincidente con la propuesta por Hernaiz y Draper (2000) en base a argumentos indirectos: por una parte, la pertenencia de las formaciones contiguas Fms. Siete Cabezas y Peralvillo Sur al Cretácico Superior, sin deformación interna, sugiriendo su posterioridad; por otra, su correlación con unidades con litología (composición bimodal), grado de deformación y posición estructural similares (Fm Maimón) atribuidas al Cretácico Inferior.

Su génesis se relaciona con procesos de extensión tras-arco relacionados con el primitivo Arco de Islas intraoceánico del Caribe, definido por la subducción hacia el suroeste de la placa proto-Caribeña bajo la placa de Pacífico, si bien el centro de expansión no estaría lo suficientemente separado del frente volcánico como para no ser influido por él (Escuder Viruete *et al.*, 2010).

2.1.3. Cretácico Superior

Está constituido por la Fm Siete Cabezas, conjunto integrado por basaltos con intercalaciones de niveles metavolcanoclásticos esquistosados, aflorante al suroeste de la Zona de Falla de La Española (Fig. 2.1).

2.1.3.1. Fm Siete Cabezas (3). Basaltos y esquistos máficos. Cretácico Superior K₂

Constituye otro de los conjuntos característicos del sector suroriental de la Cordillera Central, configurando una banda de orientación NO-SE que aflora al sureste de Piedras Blancas con una anchura de hasta 10 km, estrechándose hasta desaparecer en el ámbito de la Hoja. En ella, da lugar a la destacada alineación montañosa de la loma de Los Mameyes, aflorando con calidad deficiente al estar afectada frecuentemente por una intensa argilización. Las mejores observaciones, de carácter puntual en cualquier caso, pueden efectuarse en las pistas del paraje de Rincón, donde la unidad aparece como una sucesión de basaltos entre los que se intercalan niveles de espesor variable de esquistos correspondientes a un protolito volcanoclástico.

Pese a su considerable extensión en la cordillera, se observa una cierta escasez de trabajos relativos a ella, tanto por su monotonía litológica, como por su elevado grado de alteración y su difícil accesibilidad, tanto por sus pronunciados desniveles como por su frondosa cubierta vegetal. Entre ellos cabe señalar las referencias iniciales de Koschmann y Gordon (1950), que la definieron como "upper sedimentary tuff". En cualquier caso, su primera cartografía fue obra de Bowin (1960), quien además caracterizó sus principales litologías. Posteriormente, las tesis doctorales de Boisseau (1987) y Mercier de Lepinay (1987) coinciden en interpretarla como parte de su "conjunto ofiolítico", junto con la Fm Peralvillo (Bowin, 1960) y la Peridotita de Loma Caribe. En estudios recientes, Escuder Viruete *et al.* (2010) correlacionan la Fm Siete Cabezas con las unidades ligadas al estadio magmático de intraplaca del Cretácico Superior.

Se encuentra limitada por sendos accidentes tectónicos de dirección NO-SE, que la ponen en contacto con la Peridotita de Loma Caribe, al noreste, y el Complejo Duarte, al suroeste, en este caso fuera de los límites de la Hoja. En cuanto a su relación original con otras unidades de la región, se considera discordante sobre el Complejo Duarte y posiblemente también sobre el Complejo Río Verde (Hernaiz y Draper, 2000), idea apoyada por su atribución al Cretácico Superior.

Es preciso indicar que en la cartografía de la Hoja a escala 1:50.000 de Los Alcarrizos (6171-I), los términos volcanoclásticos de la Fm Siete Cabezas original de Bowin (1966) han sido asignados a la Fm Tireo en base a las similitudes de ciertas litologías y a la equivalencia cronológica de ambas formaciones. Sea como fuere, las Fms. Siete Cabezas y Tireo, cartografiadas inicialmente por Bowin (1966), están separadas por el Complejo Duarte, con el que mantienen claros contactos por falla o sistemas de fallas y, en cualquier caso, los términos volcanoclásticos de las dos formaciones son completamente diferentes, indicando procedencias distintas (Hernaiz y Draper, 2000).

La litología típica de la Fm Siete Cabezas consiste en lavas basálticas afaníticas de carácter masivo, aunque localmente también se reconocen *pillow*-lavas de tono verde a gris oscuro, junto con proporciones variables de intrusiones diabásicas. Pese a la uniformidad que se observa en muestras de mano, petrográficamente se aprecian diferencias texturales, con tipos vítreos a holocristalinos.

Generalmente, las *pillow*-lavas contienen algunos microfenocristales de clinopiroxeno euhedrales a anhedrales, agrupados frecuentemente en texturas micro-

glomeroporfídicas. La matriz es de grano muy fino y algunas lavas muestran textura intersertal. En las lavas holovítreas y vitroporfídicas la matriz es de color marrón y frecuentemente esferulítica. Las texturas de tipo perlítico son típicas en lavas holovítreas, mientras que en los tipos holocristalinos las texturas variolíticas son comunes, variando desde incipientes crecimientos radiales de cristales fibrosos de plagioclasa y piroxeno a cuerpos radiales de grano fino bien definidos, que consisten en el intercrecimiento de cristales de plagioclasa y prismas de piroxeno.

Las diabasas corresponden a tipos holocristalinos de grano medio, con texturas ofíticas e intergranulares, siendo sus principales componentes plagioclasas, piroxenos y óxidos de hierro. Aparentemente, estas rocas se distribuyen de forma regular por toda la formación en asociación con los términos lávicos, interpretándose como centros de los flujos de lavas, o como *sills* intruyendo en éstos.

A tenor de la escasa variedad en la composición geoquímica de las rocas de la Fm Siete Cabezas, las diferencias texturales descritas corresponden a los procesos de enfriamiento propios de estas rocas más que a marcadas variaciones composicionales de los magmas de origen.

Los términos volcanoclásticos corresponden a tobas cineríticas oscuras bien estratificadas agrupadas en niveles de orden decimétrico a métrico, de aspecto esquitosado, correspondiendo a las facies más distales de depósitos relacionados con erupciones freatomagmáticas.

La Fm Siete Cabezas se incluye en un grupo composicional basáltico-andesítico integrado por las Fms. Constanza, Peña Blanca (Escuder-Viruete, 2010), y atribuidas al magmatismo de intraplaca del *plateau* oceánico caribeño. Igualmente, diversos aspectos geoquímicos señalan su similitud con los basaltos de Colombia, sugiriendo su posible relación con los procesos de creación de corteza oceánica en el Caribe a partir del ascenso de plumas astenosféricas (Kerr *et al.*, 1996, 1997). Por ello, su génesis ha sido interpretada recientemente en el marco del *plateau* oceánico Caribeño-Colombiano (Kerr *et al.*, 2002).

Además, estos procesos tienen una edad en torno a 89 Ma, compatible con la de la Fm Siete Cabezas. En este sentido, una datación radiométrica realizada por Bellon *et al.* (1985) en un cuerpo intrusivo asociado a esta unidad (Boisseau, 1987) dio una edad de $92,2 \pm 4,6$ Ma y una determinación de Sinton *et al.* (1998) indicó 68-69 Ma; de

igual forma, intercalaciones de radiolarios en la formación señalaron su pertenencia al Campaniano (Montgomery *et al.*, 1994). Todas estas edades permiten atribuir la Fm Siete Cabezas al Cretácico Superior, si bien su correlación con el estadio magmático de intraplaca (Escuder Viruete *et al.*, 2008), invitan a acotar su edad al Campaniano-Maastrichtiano.

2.2. Cenozoico

2.2.1. Plioceno-Pleistoceno

Los sedimentos plio-pleistocenos son el constituyente fundamental de la Llanura Costera del Caribe. Se disponen sobre el paleorrelieve configurado por los materiales mesozoicos y paleógenos del basamento de las cordilleras Central y Oriental, intensamente deformados. Presentan una disposición horizontal y su espesor no puede precisarse al no observarse su contacto con el sustrato, pero en la Hoja probablemente esté comprendido entre 100 y 200 m. Incluye dos conjuntos (Fig. 1.6):

- Fm Yanigua. Se trata de una monótona sucesión de margas depositadas en un *lagoon* (unidad 5), extendida ampliamente hacia el interior de la Llanura Costera del Caribe. En el sector septentrional, intercala niveles detríticos (unidad 4), en tanto que hacia el sur se incrementan las intercalaciones calcáreas, de envergadura muy diversa, hasta pasar lateralmente a las calizas de la unidad siguiente.
- Fm Los Haitises. Es un peculiar conjunto calcáreo de origen arrecifal (unidad 3), que presenta una fisonomía muy característica debido a la evolución eustática de la región y a la intensa acción de la meteorización química. Aflora en el sector meridional de la Llanura Costera del Caribe, conformando las mayores elevaciones de la misma

2.2.1.1. Fm Yanigua. (4) Arenas, arcillas y gravas. (5) Margas amarillentas y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N₂-Q₁

Constituye una de las unidades características de la Llanura Costera del Caribe, si bien hasta la fecha son prácticamente inexistentes los estudios relativos a ella. Se dispone al sur de las cordilleras Oriental y Central, oculta en buena medida por

abanicos y piedemontes cuaternarios procedentes de aquéllas. Por su constitución litológica, paleogeografía y atribución cronológica se ha correlacionado con los materiales que en la región de Los Haitises describieron Brower y Brower (1982) como Fm Yanigua y precisaron posteriormente Iturralde (2001), Díaz de Neira y Hernaiz (2004), García-Senz (2004), Hernaiz (2004), Monthel (2004), Monthel y Capdeville (2004) y Monthel *et al.* (2004).

Sus afloramientos son los más extensos de la Hoja, presentando en general una deficiente calidad de observación debido a la fácil alterabilidad de los materiales margosos y a los escasos encajamientos y desniveles del terreno. Pese a ello, sus características esenciales pueden observarse en sendas urbanizaciones situadas en La Isabela y al noroeste del paraje de Guaricano, donde la Fm Yanigua aparece como una monótona sucesión de margas de tonos marrones (unidad 5), que intercalan niveles de calizas y acumulaciones de moluscos o de corales ramosos, así como de arenas. Por alteración proporciona al terreno típicas coloraciones amarillentas y ocre.

Los niveles de calizas y acumulaciones fosilíferas son más frecuentes y potentes hacia el sur, alcanzando espesores de orden decamétrico; sus rasgos principales pueden observarse en diversas canteras del ámbito de La Victoria y San Luis. Por el contrario, las intercalaciones de arenas aumentan su frecuencia y granulometría hacia el noreste, donde han sido individualizadas cartográficamente (unidad 4); presentan pequeños cortes en la autopista del Nordeste, al sur del paraje de Laguna Clara, donde muestra un gran mimetismo con el conjunto margoso.

No aflora su base, de carácter discordante en otros puntos de la región donde se apoya sobre materiales mesozoicos y paleógenos de las cordilleras Central y Oriental, en tanto que su techo ha sido erosionado, aunque es probable que en algunas zonas originalmente se encontrase próximo a las superficies estructurales del sector suroccidental y al contacto con los abanicos aluviales de baja pendiente del sector septentrional suprayacentes. De ello se deduce un espesor mínimo de 40 m.

Su paso hacia el sur a la Fm Los Haitises se produce mediante un enriquecimiento calcáreo, hasta la total desaparición del contenido margoso. Se trata de un paso gradual, por lo que el límite entre ambas unidades ofrece varias posibilidades, entre ellas, la delimitación de una nueva unidad con un contenido equiparable de margas y calizas y que podría asimilarse a la Fm Cevicos (Vaughan *et al.*, 1921); no obstante, a fin de simplificar la cartografía de la zona y eliminar en la medida de lo posible la

subjetividad en la delimitación de los contactos, se ha optado por considerar como Fm Los Haitises aquellos afloramientos con un contenido calcáreo exclusivo y como Fm Yanigua a partir de la aparición de contenido margoso en la serie, criterio que además coincide con la existencia de escorrentía superficial.

Petrográficamente, los niveles calizos aparecen como *wackestones-packstones* bioclásticos, con una proporción muy variable tanto de aloquímicos (30-70%) como de matriz (15-60%) y cemento (0-45%), incluyendo ocasionalmente cuarzo (<7%), glauconita (<4%) y fragmentos de roca (<2%); entre los componentes texturales predominan con mucho los fósiles, en proporción superior al 95%, pudiendo clasificarse como biomicritas. Ocasionalmente, se reconocen *boundstones* integrados por corales.

En las areniscas se aprecia un contenido abundante de fragmentos líticos, con una proporción variable de cuarzo, clasificándose como cuarzoarenitas o litarenitas, según los casos.

El contenido faunístico de los niveles margosos es escaso, pese a lo cual se han hallado *Ammonia* sp., *A. (Rotalia) becarii* (Linneo), *Nonion* sp., *Bolivina* sp., *Elphidium* sp., *Cibicides* sp., *Criboelphidium* sp., *Asterigerina* sp., *Cancris* sp., *Globigerina* sp. y *Rotalia* sp., además de Ostrácodos, radiolas de Equínidos y fragmentos de Lamelibranquios, que sugieren una edad pliocena, acorde con la edad Plioceno-Pleistoceno Inferior propuesta para la Fm Los Haitises y asignada también a la presente unidad. En los niveles calcáreos se han encontrado Corales, Algas rojas, Miliólidos, Nummulítidos, Bivalvos, Gasterópodos, Briozoos, Braquiópodos y placas de Equinodermos, carentes de valor determinativo.

El depósito de la Fm Yanigua se interpreta en un contexto de plataforma interna protegida por la barrera arrecifal constituida por la Fm Los Haitises (Fig. 2.2). La barrera protegía, probablemente, áreas con desarrollo de praderas de corales ramosos que crecían sobre y entre acumulaciones de calcarenitas bioclásticas. Hacia tierra, estos depósitos darían paso a barros calcáreos con proporciones variables de bioclastos y pequeños cuerpos calcareníticos, en los que proliferaron distintos tipos de moluscos y foraminíferos, y crecimientos parcheados de coral. Donde la influencia de sedimento arcilloso en suspensión fue mayor, los barros calcáreos dejaron paso a margas que albergaron comunidades similares de organismos. A los sectores más

internos de la plataforma llegarían avalanchas de terrígenos procedentes de los relieves de la Cordillera Oriental, representadas por los niveles arenosos.

2.2.1.2. Fm Los Haitises (6). Calizas arrecifales y calizas. Plioceno-Pleistoceno Inferior N₂-Q₁

Se trata del conjunto calcáreo que constituye las zonas más elevadas del sector meridional, en el que se encuentra su ámbito de afloramiento, disponiéndose a modo de umbral que separa las zonas deprimidas de la Llanura Costera del Caribe, situadas al norte, de las superficies escalonadas que constituyen la vertiente caribeña, observables en la vecina Hoja a escala 1:50.000 de Santo Domingo (6271-III). Es posible la observación de las principales características de la unidad en diversas canteras del ámbito de la base de San Isidro, existiendo en cualquier caso un corte de gran calidad en las proximidades de la Hoja, concretamente en la pista que une la base con el hipódromo de Santo Domingo, dentro de la citada Hoja.

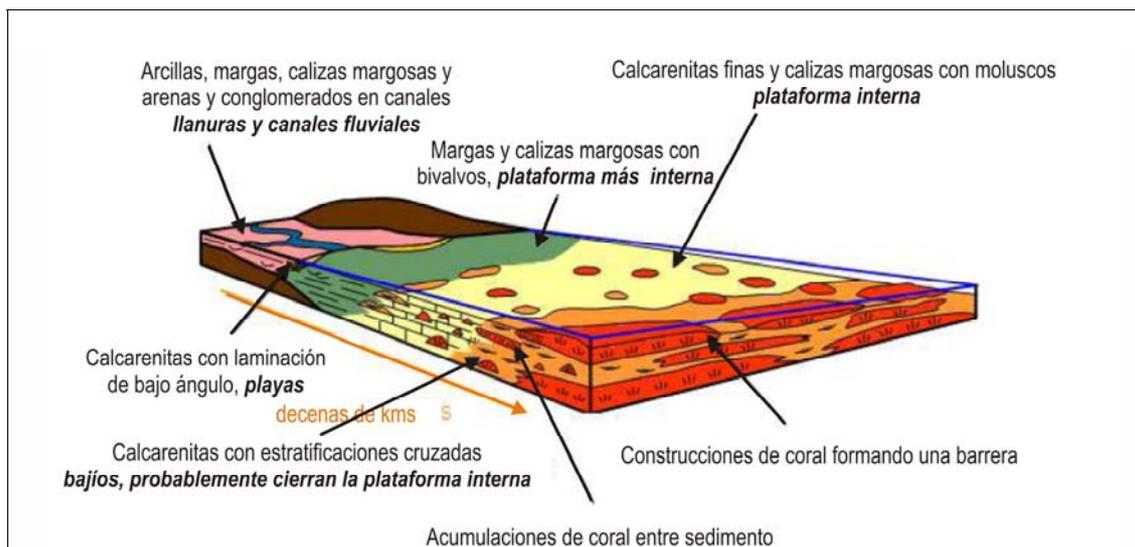


Fig. 2.2. Esquema paleogeográfico del Plioceno-Pleistoceno Inferior (Fms. Yanigua-Los Haitises) (Braga, 2010)

Por su semejanza litológica y edad equiparable, la unidad se ha correlacionado con los materiales calcáreos que en la región de Los Haitises fueron descritos por Brower y Brower (1982) como Fms. Cevicos y Los Haitises y agrupados por Iturralde (2001) como Fm Los Haitises, criterio seguido y precisado por Díaz de Neira y Hernaiz (2004) y García-Senz (2004). Las evidentes diferencias morfológicas que muestra el presente conjunto en la Llanura Costera del Caribe con respecto a la región de Los Haitises

derivan de su distinta evolución estructural y del diferente grado de meteorización sufrido.

Aparece como un monótono conjunto de calizas grises a blanquecinas, en las que el elevado contenido fosilífero es observable a simple vista. Generalmente, se agrupan en bancos de espesor métrico a decamétrico, aunque con frecuencia su estratificación no es fácilmente observable, lo que acentúa su aspecto masivo. Su gran uniformidad litológica se ve incrementada por la notable karstificación que afecta a la unidad a diversas escalas. Su muro no es visible, en tanto que su techo original debió aproximarse a sus actuales máximos topográficos (localizados inmediatamente al sur de la Hoja), de lo que se deducen espesores mínimos de 45 m.

Hacia el norte pasa a la Fm Yanigua mediante cambio lateral, habiéndose establecido el contacto a partir de las primeras apariciones de margas, criterio que además coincide con el desarrollo de drenaje superficial, ausente en la presente unidad debido a la eficacia de los procesos kársticos.

Petrográficamente, aparecen como calizas fosilíferas (biomicritas) con grado de recristalización variable y porosidad tanto primaria como secundaria. Predominan los *boundstones* de corales, reconociéndose además *packstones* y *wackestones* bioclásticos con proporciones variables de aloquímicos (20-50%), matriz (15-70%) y cemento (<40%); también se reconocen *wackestones* bioclásticos cuyo contenido de aloquímicos (15-35%) corresponde básicamente a fósiles (>95%), con una elevada proporción de matriz (60-85%), superior a la de cemento (<40%).

Las facies más frecuentes responden a construcciones de corales (Fig. 2.2), especialmente ramosos, que pueden aparecer fragmentadas o dispersas en un sedimento bioclástico con matriz micrítica, o bien como colonias masivas.

Además de los Corales, que constituyen el integrante principal, la unidad alberga un abundante contenido fosilífero que incluye Algas rojas, Miliólidos, Nummulítidos, Bivalvos, Gasterópodos, Briozoos, Ostrácodos y espículas de Equinodermos. En cualquier caso, la presencia de *Acropora cervicornis*, *A. palmata* y *Stylophora* en diversos puntos de la presente unidad a lo largo de la Llanura Costera del Caribe, acota la edad de la unidad al Plioceno-Pleistoceno Inferior, sin que deba descartarse que su base se sitúe en el Mioceno Superior (Braga, 2010).

2.2.2. Cuaternario

Los depósitos cuaternarios poseen una extensa representación, observándose en general un predominio de los de carácter fluvial. No obstante, también se aprecia un notable desarrollo de los de origen lacustre-endorreico y poligénico, que junto con los de origen kárstico completan el espectro de la Hoja.

2.2.2.1. Piedemonte (7). Gravas, arenas y lutitas de tonos rojizos. Pleistoceno Medio-Superior Q₂₋₃

Orlan la Cordillera Central partiendo de cotas cercanas a 100 m y descendiendo suavemente hacia el SSE a lo largo de más de 3 km, hasta cotas de 50 m. Su génesis se produce por la acción combinada de procesos gravitacionales y de escorrentía superficial.

Se trata de gravas polimícticas en matriz arenosa con niveles lutíticos, de tonos ocres a rojizos, que pueden confundirse con los depósitos de terraza del río Isabela. Los cantos, de composición ígneo-metamórfica, son redondeados y presentan tamaños mayoritariamente concentrados entre 10-20 cm. Se disponen sobre la Fm Yanigua y su espesor alcanza 50 m. Por el grado de encajamiento de la red fluvial en ellos, se atribuyen al Pleistoceno, correlacionándose con los abanicos aluviales de baja pendiente procedentes de la Cordillera Oriental (unidad 8), asimilándose tentativamente al Pleistoceno Medio-Superior.

2.2.2.2. Abanicos aluviales de baja pendiente (8). Arcillas abigarradas con cantos. Pleistoceno Q₂₋₃

Aparecen en el sector septentrional, constituyendo el extremo meridional de las grandes formas que partiendo de la Cordillera Oriental tapizan parcialmente la Llanura Costera del Caribe. Configuran una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la cordillera (Hoja a escala 1:50.000 de Monte Plata, 6272-III) hasta algo menos de 20 m en su sector distal, en el ámbito de la Hoja. Generalmente afloran con deficiente calidad, apareciendo como pequeños asomos de lutitas de tonos rojizos en caminos y barranqueras; no obstante, la cantera de San Alfonso, en el sector nororiental de la vecina Hoja de Guerra (6271-I), muestra magníficas exposiciones de la unidad.

Allí se observa cómo las lutitas están afectadas por edafizaciones que les confieren un aspecto abigarrado que recuerda al de las alteraciones del basamento de la cordillera. Esporádicamente, intercalan pequeños niveles de cantos de composición ígneo-metamórfica y dimensiones de orden centimétrico. No se observa su base, pero se deduce su disposición sobre la Fm Yanigua. Con respecto a su espesor, aunque variable como consecuencia de su propia geometría y del paleorrelieve configurado por la unidad infrayacente, se cifra en un máximo de 10-15 m.

En cuanto a su edad, queda acotada por la del techo de la Fm Yanigua, atribuido al Pleistoceno Inferior, lo que unido al grado de encajamiento de la red fluvial en ellos, sugiere su asignación al Pleistoceno Medio-Superior.

2.2.2.3. Fondo de dolina (9). Arcillas de descalcificación. Pleistoceno-Holoceno Q₁₋₄

Poseen escasa representación, apareciendo relacionadas con las depresiones kársticas desarrolladas sobre los materiales calcáreos de las Fms. Los Haitises y Yanigua, destacando por sus dimensiones la del barrio de Hainamosa, que alcanza 500 m de diámetro. Corresponden a dolinas de formas subcirculares o subelípticas.

Se trata de arcillas rojas de aspecto masivo, generadas por la descalcificación de las litologías calcáreas debida a la karstificación. Su espesor varía según los casos, pudiendo superar 2 m. Su edad inferior está acotada por la de la Fm Los Haitises, por lo que se enmarcan en el Pleistoceno-Holoceno.

2.2.2.4. Terraza (10). Gravas y arenas. Pleistoceno Q₃

Sus manifestaciones están relacionadas con el valle del río Isabela, donde se reconocen dos niveles encajados entre sí y con respecto al sistema de piedemontes que orlan la Cordillera Central. Los niveles más bajos se disponen a cotas inferiores a +10 m sobre el cauce del río, en tanto que los superiores alcanzan cotas cercanas a +20 m.

No existen cortes que permitan una descripción detallada de estos depósitos, pero sí diversos puntos donde observar sus características litológicas esenciales, como al oeste de Duquesa o en Higuero. Ambos niveles poseen una composición similar, estando constituidos por gravas polimícticas, con predominio de cantos de origen

ígneo-metamórfico en matriz arenosa, observándose niveles de lutitas y coloraciones rojizas; el tamaño de los cantos varía notablemente, predominado los diámetros de 5 a 15 cm. Su potencia oscila entre 2 y 15 m.

Por lo que respecta a su edad, en función del grado de incisión de la red actual en ellas se atribuyen tentativamente al Pleistoceno, aunque no debe descartarse que el nivel más moderno pertenezca, al menos parcialmente, al Holoceno.

2.2.2.5. Fondo endorreico (11). Lutitas. Pleistoceno-Holoceno Q₃₋₄

Este tipo de depósitos aparece en el sector oriental, adquiriendo una representación muy notable en la vecina Hoja de Guerra (6271-I); llegan a sobrepasar 6 km de eje mayor en el ámbito de San Isidro. Se desarrollan sobre los materiales margosos de la Fm Yanigua, lo que hace que en numerosos casos acaben convirtiéndose total o parcialmente en charcas o lagunas. Debido a sus morfologías redondeadas y elípticas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato. No obstante, en ocasiones su forma alargada y su distribución alineada con algunas lagunas y charcas, sugieren su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día.

Poco puede decirse de su composición ante la falta de cortes, tan sólo la presencia de lutitas de tonos oscuros. Su espesor tampoco ha sido determinado, pudiendo variar notablemente en función de las dimensiones del fondo, aunque probablemente esté comprendido entre 2 y 4 m. Se incluyen en el Pleistoceno-Holoceno.

2.2.2.6. Llanura de inundación (12) Gravas, arenas y lutitas. Cauce o meandro abandonado (13) Lutitas, arenas y gravas. Pleistoceno-Holoceno Q₃₋₄

Las llanuras de inundación se encuentran ampliamente representadas, apareciendo como bandas planas adyacentes al cauce de numerosos ríos y arroyos, destacando en cualquier caso las correspondientes a los ríos Ozama, Isabela y Yabacao, alcanzando la del primero 3 km de anchura. Dentro de estas llanuras se reconocen cauces y meandros abandonados, que denotan una continua deriva de los cauces.

La llanura de inundación de los ríos principales está constituida por gravas polimícticas en matriz arenosa, si bien son frecuentes las pasadas de arenas y lutitas. Su espesor

es difícil de determinar al no observarse el sustrato, pero debe sobrepasar 5 m. En el caso de la llanura de inundación de algunos cursos menores, se observa un claro predominio lutítico. En cuanto a los cauces y meandros abandonados, a su composición en estado activo, con predominio de gravas y arenas, se superpone un contenido lutítico derivado de procesos de decantación ligados a su actual dinámica de encharcamiento.

Por su dinámica actual se asignan al Holoceno, sin que deba descartarse que su actividad se iniciase a finales del Pleistoceno.

2.2.2.7. Fondo de valle (14). Gravas, arenas y lutitas. Holoceno Q₄

Se trata de formas estrechas coincidentes con el canal de estiaje y que constituyen el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual. Los más destacados están constituidos por gravas polimícticas en matriz arenosa, con predominio de cantos de origen ígneo-metamórfico debido a su procedencia de las cordilleras Central y Oriental. En el caso de los menores, aumentan la proporción lutítica y el contenido de cantos calcáreos al nutrirse de materiales pliocenos de la Fm. Yanigua.

En el caso de los ríos Ozama, Isabela y Yabacao, las gravas contienen cantos redondeados de 10-20 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste varía notablemente en función del curso en cuestión, pudiendo alcanzar 5 m. Por su actividad actual se asignan al Holoceno.

2.2.2.8. Área pantanosa (15). Lutitas con materia orgánica. Holoceno Q₄

Aunque sus principales manifestaciones se relacionan con la llanura de inundación del río Ozama y sus afluentes los arroyos Dajao y Yuca, son bastante frecuentes en toda la zona como consecuencia de la baja pendiente de numerosos valles y la consiguiente deficiencia en el drenaje y la colonización por vegetación abundante.

Están constituidas por lutitas oscuras con un cierto contenido vegetal. Su espesor no ha sido determinado, aunque probablemente se acerque a 2-3 m. Por su relación con la dinámica actual se enmarcan en el Holoceno.

2.2.2.9. Laguna (16) Lutitas. Holoceno Q₄

Constituyen uno de los elementos más característicos de la zona. Sus innumerables representantes poseen formas y dimensiones muy variables, desde charcas de orden decamétrico, hasta lagunas de más de 1 km de eje mayor, destacando la de Los Derramaderos. Su génesis tiene lugar por inundación de zonas deprimidas, áreas endorreicas principalmente, y sus formas redondeadas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato. No obstante, en algunos casos sus formas alargadas y arqueadas sugieren su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día.

Se trata de lutitas oscuras cuyo espesor no ha sido determinado, aunque debe aproximarse a 2-3 m. Se asignan al Holoceno por su actividad actual.

3. PETROLOGÍA

Debido a la escasa representación y a la deficiencia de los afloramientos de materiales ígneos y metamórficos en la Hoja, la descripción de sus aspectos petrológicos y geoquímicos se apoya fundamentalmente en los datos aportados por las Hojas a escala 1:50.000 de Villa Altagracia (6172-II) y Monte Plata (6272-III), donde estos materiales poseen una mayor representatividad, así como en los recientes trabajos de Escuder Viruete *et al.* (2010) y Escuder Viruete (2010), en los que se abordan aspectos geoquímicos del Complejo Río Verde y la Fm Siete Cabezas, respectivamente.

3.1. Descripción de los materiales

3.1.1. Peridotita de Loma Caribe (1)

Están formadas por metaharzburgitas, metalherzolitas y metadunitas, con variable, aunque generalmente elevado, grado de serpentización. Incluyen pequeños cuerpos gabroideos y ocasionales cortejos de diques doleríticos y dioríticos. Aunque intensamente modificada por la deformación y el metamorfismo posterior, la asociación mineral original de las peridotitas está compuesta mayoritariamente por olivino, con pequeñas cantidades de ortopiroxeno, clinopiroxeno y cromita, cuyas proporciones relativas dan lugar a la alternancia de capas duníticas y harzburgíticas.

Probablemente el protolito mantélico fue un cumulado de cristales generado en condiciones relativamente superficiales, que posteriormente experimentó un metamorfismo retrógrado acompañado por una intensa deformación dúctil e hidratación, en condiciones de facies de esquistos verdes. Como consecuencia, los minerales ígneos han sido casi completamente reemplazados por un agregado de grano medio-fino de minerales fibrosos del grupo de las serpentinitas y lepidoblastos de mica blanca y clorita. Los piroxenos ígneos y el olivino aparecen como porfiroclastos relictos y en forma de inclusiones dentro de la masa serpentinitica.

La foliación principal (Sp) está definida por la orientación plano-paralela de los minerales serpentínicos, la disposición de los planos basales de las micas y la elongación de venas concordantes rellenas de fibras de serpentinita de grano muy fino

y micas. A menudo, dicha fábrica presenta un carácter no-coaxial, evidenciado por la orientación interna de los minerales retrógrados según dos familias de planos oblicuos, que definen una fábrica compuesta S-C. El carácter rotacional de la fábrica Sp está también indicado por la asimetría de sombras de presión y colas de recristalización en torno a porfiroclastos y por *microboudinage* asimétrico. La foliación milonítica contiene una lineación de estiramiento Lp, definida por la elongación unidimensional de las sombras de presión y la orientación de las fibras de serpentinita.

3.1.2. Complejo Río Verde (2)

Posee texturas intersetales relictas del protolito ígneo muy características, especialmente en los metagabros y las metadiabasas, consistentes en plagioclasas tabulares entrecruzadas que albergan olivino y clinopiroxenos. Las fábricas plano-lineares se desarrollan preferentemente en los términos metabasálticos que aparecen transformados a anfibolitas.

En los metabasaltos, las microestructuras desarrolladas sincinemáticamente a la fábrica Sp-Lp son de dos tipos: microestructuras sin-pico térmico y microestructuras post-pico térmico, o retrógradas. Las estructuras sin-pico se reconocen especialmente en los niveles estructurales más altos, metamorfizados en condiciones de facies de anfibolitas, correspondientes a los afloramientos de la Hoja. La fábrica Sp-Lp es granoblástica y está definida por una alternancia de microdominios ricos en plagioclasa y anfíbol. La plagioclasa aparece completamente recristalizada a un mosaico de pequeños granos poco elongados, con frecuentes contactos triples; estas microestructuras de recristalización estática se interpretan como el registro de la deformación ligeramente anterior o sincrónica al desarrollo de las condiciones del pico térmico del metamorfismo. Esta idea es consistente con el alineamiento de las asociaciones minerales progradadas con la fábrica Sp-Lp, tales como nematoblastos de hornblenda que preservan inclusiones de actinolita y epidota, y con un aumento en la relación Mg/Fe+Mg de núcleo a borde del cristal.

3.1.3. Fm Siete Cabezas (3)

Muestra un predominio de lavas basálticas afaníticas de carácter masivo, aunque localmente también se reconocen *pillow*-lavas, que generalmente contienen microfenocristales de clinopiroxeno euhedrales a anhedrales, agrupados en texturas

micro-glomeroporfídicas; el porcentaje de micro-fenocristales de clinopiroxeno parece depender del grado de cristalinidad de la roca.

La matriz es de grano muy fino y sus texturas varían desde holovítreas a vitroporfídicas y holocristalinas. Algunas lavas muestran textura intersertal. En las lavas holovítreas y vitroporfídicas, la matriz es de color marrón y frecuentemente esferulítica. Las fracturas de tipo perlítico son típicas en lavas holovítreas. En los tipos holocristalinos las texturas variolíticas son comunes y varían desde incipientes crecimientos radiales de cristales fibrosos de plagioclasa y piroxeno, a cuerpos radiales de grano fino bien definidos, que consisten en el intercrecimiento de cristales de plagioclasa y prismas de piroxeno. Algunos tienen vidrio intersticial.

Las diabasas corresponden a tipos holocristalinos de grano medio con texturas ofíticas e intergranulares, siendo sus principales componentes plagioclasas, piroxenos y óxidos de hierro. Estas rocas se distribuyen aparentemente de una forma regular por toda la formación, en asociación con los términos lávicos y se interpretan bien como centros de los flujos de lavas, o como *sills* intruyendo en éstos.

A tenor de la escasa variedad geoquímica de las rocas de la Fm Siete Cabezas, las diferencias texturales parecen corresponder a los procesos de enfriamiento propios de estas rocas más que a marcadas variaciones composicionales de los magmas de origen.

3.2. Geoquímica

3.2.1. Complejo Río Verde (2)

Al ser proyectadas en el diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO₂, las rocas del Complejo Río Verde se enmarcan en el campo de los basaltos/andesitas subalcalinos (Fig. 3.1). Junto con las rocas de las Fms. Amina, Maimón (Cordillera Central) y Los Ranchos (Cordillera Oriental) reflejan un patrón bimodal característico de arcos insulares primitivos. Los metabasaltos, doleritas y anfibolitas del complejo muestran un contenido restringido del 48,5-52,8% de SiO₂, para contenidos de TiO₂ del 0,7-1,5%. Presentan un incremento de SiO₂, Fe₂O_{3T}, álcalis, TiO₂, Zr y Nb, así como un empobrecimiento en Cr y Ni, para un descenso en el contenido de MgO; se incrementan ligeramente Al₂O₃ y Cao, alcanzando un máximo en torno al 6% de MgO, decreciendo en los basaltos

evolucionados. Dichas tendencias son toleíticas y pueden ser atribuidas a la fraccionación de olivino, Cr-espínela, plagioclasa y clinopiroxeno, asociación mineral compatible con los minerales relictos de las anfíbolitas (Escuder Viruete *et al.*, 2010).

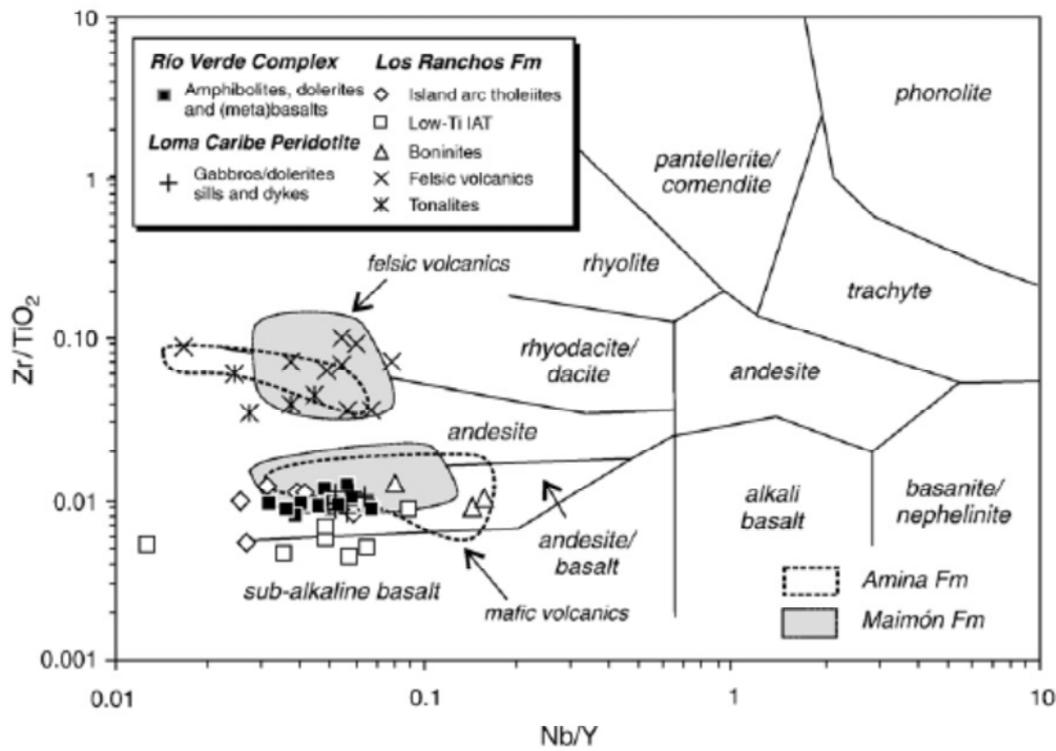


Fig. 3.1. Diagrama Nb/Y vs. Zr/TiO₂ (Winchester y Floyd, 1977) para diversas unidades ígneas del Cretácico Inferior de La Española (Escuder Viruete *et al.*, 2010)

La comparación de las rocas máficas del Complejo Río Verde con rocas contemporáneas de las Fms. Los Ranchos, Amina y Maimón, así como con diques máficos intrusivos en la Peridotita de Loma Caribe, a través del contenido en TiO₂ (Fig. 3.2) indica que el incremento de TiO₂ con el descenso de MgO no es seguido en las restantes unidades del arco insular primitivo; además, los diques intrusivos en la peridotita tienen un contenido de TiO₂ similar al Complejo Río Verde, significativamente más alto que el de las restantes unidades. Estas variaciones en el contenido de TiO₂ quizá reflejen diferentes fuentes mantélicas para los magmas del Complejo Río Verde (e intrusiones en la Peridotita de Loma Caribe) y las restantes rocas magmáticas del arco insular primitivo.

En los diagramas de variación de diversos elementos traza con respecto a basaltos de las dorsales centro-oceánicas (N-MORB) se observa un característico y significativo

enriquecimiento en los elementos LILE (Rb, Ba, Th, U, Pb y K) y LREE, en relación con los HFSE (Nb, Ta, Zr, Hf, Ti y V) y HREE (Fig. 3.3). Las muestras del Complejo Río Verde poseen una ligera disminución o incremento en LREE y una tendencia plana en el patrón de HREE. Igualmente, las relaciones $(La/Nd)_N=0,6-0,9$ y $(Sm/Yb)_N=0,98-1,1$, con respecto al manto primitivo, son características de N-MORB. En cualquier caso, dichas muestras poseen anomalías negativas de Ba-Ta y abundancias elevadas de elementos LILE como Rb, Ba, K y Pb; estas anomalías en ambientes intraoceánicos son interpretadas como el reflejo de la superposición de un magmatismo de subducción. Por tanto, los penachos del manto habrían sido contaminados por transferencia de masas de la placa que subduce (Pearce y Peate, 1995).

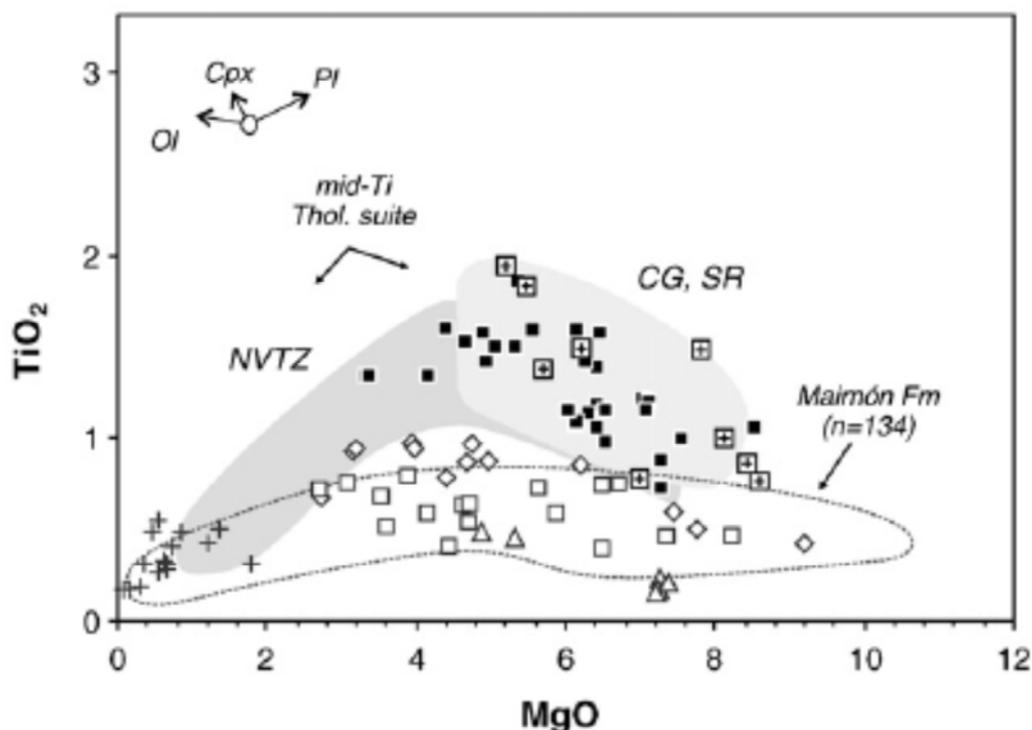


Fig. 3.2. Diagrama TiO₂ vs. MgO (Gribble *et al.*, 1998) de diversos grupos de rocas ígneas del Cretácico Inferior de La Española (Escuder Viruete *et al.*, 2010)

Los diques intruidos en la Peridotita de Loma Caribe tiene características geoquímicas similares a las del Complejo Río Verde, sugiriendo una fuente mantélica similar para ambos grupos ígneos.

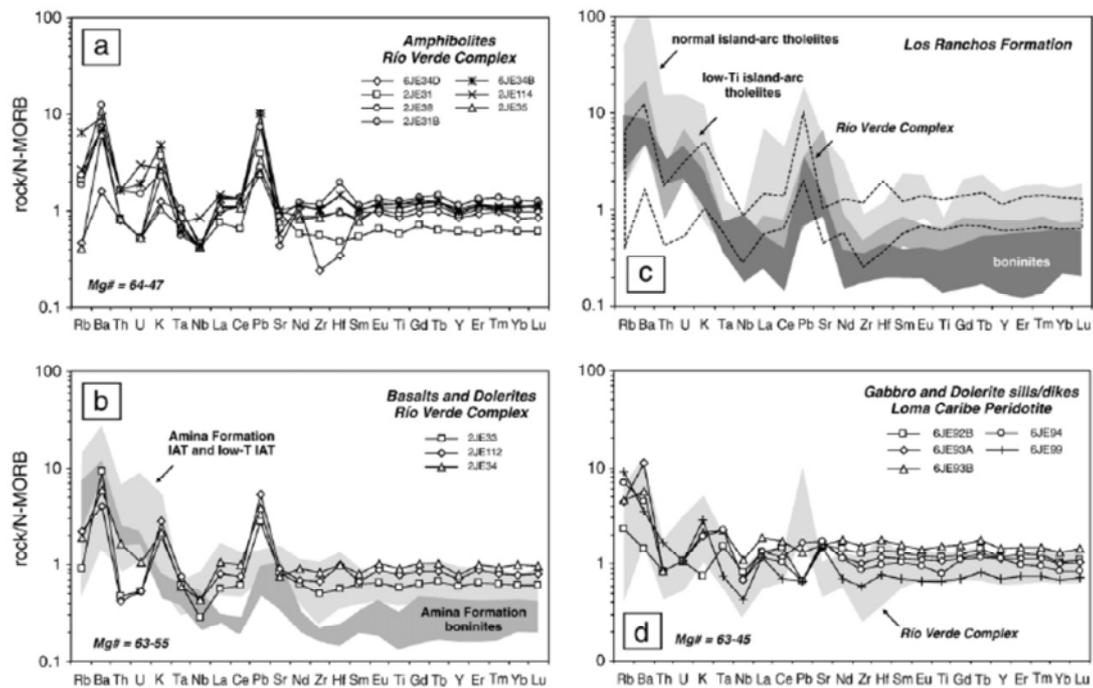


Fig. 3.3. Diagramas de REE normalizados respecto a N-MORB (Sun y McDonough, 1989) de rocas del Cretácico Inferior de La Española (Escuder Viruete *et al.*, 2010)

A la vista de que el rango composicional del Complejo Río Verde presenta desviaciones con respecto al del magmatismo propio de un arco de islas, Lewis *et al.* (2002) lo han comparado con el de las lavas basálticas de la cuenca tras arco de Lau (Bloomer *et al.*, 1995), obteniendo un buen ajuste debido a la existencia de rangos composicionales muy similares, así como de enriquecimientos en LIL y anomalías negativas en Nb-Ta semejantes; en consecuencia, sugieren que los metabasaltos y las anfibolitas del Complejo Río Verde podrían representar el magmatismo en una cuenca de intra- o tras-arco del Primitivo arco de islas. Más recientemente, Escuder Viruete *et al.* (2010) han sugerido que el Complejo Río Verde corresponde a un sistema de extensión tras-arco que no se encontraría lo suficientemente alejado del arco volcánico como para evitar ser afectado por componentes geoquímicos de la placa subducida.

3.2.2. Fm Siete Cabezas (3)

Los basaltos de la Fm Siete Cabezas han sido descritos por Sinton *et al.* (1998) y Lewis *et al.* (2002). De acuerdo con sus análisis, presentan un contenido del 48,3-55,3% de SiO₂ para rangos del 0,9-1,2% de TiO₂, 10,2-12,8% de CaO y 11,4-14,6% de Al₂O₃. Se agrupan en el campo de los basaltos sub-alcalinos, con valores de Mg# (61-53) que indican que estas lavas han experimentado una pequeña fraccionación. Los

basaltos presentan un patrón multielemental con un ligero enriquecimiento en LREE ($[La/Nd]_N=1,2-1,6$) y HREE planas ($[Sm/Yb]_N=0,9-1,5$), así como una anomalía positiva en Nb. Este patrón es similar al de diversas rocas del ámbito de La Española, como los basaltos de la Fm Peña Blanca (Escuder Viruete *et al.*, 2007), los gabros y doleritas dragados en la Cresta de Beata (Révillon *et al.*, 2000) y los basaltos de la Fm Dumisseau (Sen *et al.*, 1988), sugiriendo una fuente similar relacionada con la pluma mantélica del *plateau* oceánico Caribeño-Colombiano. Para valores de Mg# similares, la Fm Siete Cabezas presenta mayores contenidos en TiO_2 , Nb y Zr, así como mayores abundancias en LREE, que las rocas de arco y las andesitas magnesianas del grupo Tireo. Estos contenidos están asociados con fuentes mantélicas enriquecidas no relacionadas con subducción (Escuder Viruete, 2010).

4. TECTÓNICA

4.1. Estructura

La Hoja de Villa Mella se localiza en el ámbito de las estribaciones sudorientales de la Cordillera Central (Fig. 2.1), correspondientes al denominado Cinturón Intermedio, cuya escasa superficie aflorante en la Hoja limita notablemente el estudio de su estructura, por lo que éste se complementa con los realizados en Hojas contiguas (Hernaiz, 2004; Hernaiz y Draper, 2000). La estructura de la Cordillera Central y hacia el este, la de la Cordillera Oriental, quedan ocultas bajo la cobertera sedimentaria de la Llanura Costera del Caribe, cuya deformación es mínima, por lo que el tratamiento estructural de ésta debe efectuarse en base a criterios indirectos ante la práctica inexistencia de estructuras de origen tectónico.

4.1.1. Cordillera Central

Incluye una serie de unidades ígneo-metamórficas amalgamadas que configuran bandas subparalelas alargadas según una dirección NO-SE; de oeste a este son: Complejo Duarte, Fm Siete Cabezas, Complejo Río Verde, Peridotita de Loma Caribe, Fm Peralvillo Sur y Fm Maimón, de las que ni la primera ni las dos últimas están representadas en la Hoja. La mayoría de los contactos entre dichas unidades corresponden a fallas subverticales (Fig. 4.1) de escala kilométrica y movimiento sinistral, que a su vez están afectadas o coexisten con fallas de dirección NO-SE a E-O e igual sentido de movimiento. Unas y otras se relacionan con la tectónica de desgarres desarrollada en La Española a partir del Eoceno.

La principal estructura de la región es la Zona de Falla de La Española, coincidente con el denominado Bloque de Bonaó (Escuder Viruete *et al.*, 2008), a favor de la cual aflora la Peridotita de Loma Caribe. Esta estructura de primer orden y de cientos de kilómetros, probablemente ha sido aprovechada por materiales mantélicos, una vez hidratados, para su ascenso. Se trata de una zona de extrema complejidad en la que las relaciones originales entre las unidades involucradas están profundamente transformadas por la tectónica transcurrente.

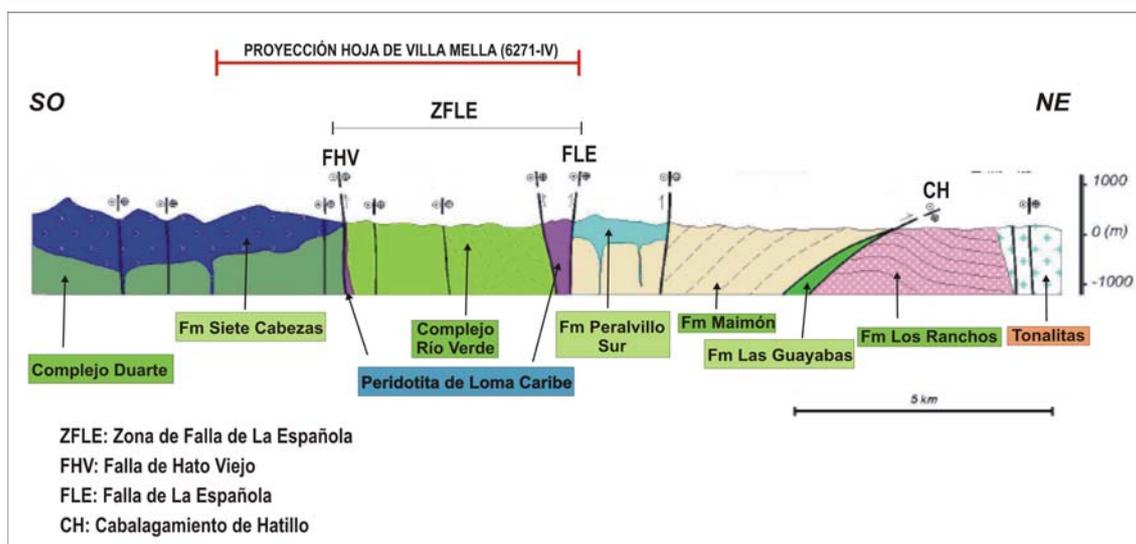


Fig. 4.1. Perfil esquemático de la estructura de la Cordillera Central al norte de la zona de estudio (Escuder Viruete *et al.*, 2010)

También se han reconocido en la región cabalgamientos previos a esta tectónica de desgarres o producidos en los estadios iniciales de la misma. En el sector occidental, el Complejo Duarte y sus cuerpos intrusivos asociados, pertenecientes al Bloque de Jarabacoa (Escuder Viruete *et al.*, 2008), cabalgan hacia el oeste sobre los niveles estratigráficos más altos de la Fm Tireo, perteneciente al Bloque de Jicomé. Por lo que respecta al extremo oriental, la Fm Maimón se superpone hacia el noreste sobre rocas del Cretácico Superior-Paleógeno, a favor del Cabalgamiento de Hatillo, datado como Eoceno Medio (Bowin, 1966; Boisseau, 1987; Draper *et al.*, 1996), en el que también se ha observado una importante componente de desgarre; tradicionalmente se ha identificado como el límite entre las cordilleras Central y Oriental.

La principal característica del Cinturón Intermedio es la presencia de varias unidades metamórficas, con deformación penetrativa asociada, de las que se ha sugerido que pueden constituir un basamento deformado pre-Aptiano en relación a las unidades adyacentes del Cretácico Superior, carentes de deformación y metamorfismo, que formarían su cobertera (Draper y Hernaiz, 2000; Escuder Viruete *et al.*, 2007).

En el caso del Complejo Río Verde, la evolución microestructural post-pico térmico se caracteriza por la superposición subparalela de fábricas de baja-T sobre las previas de alta-T. Con el descenso de la temperatura, la deformación por cizalla se fue “particionando” progresivamente en volúmenes de roca cada vez más pequeños. La deformación por cizalla inicial produjo en las metabasitas fábricas protomiloníticas y

miloníticas SC de tipo II (Lister y Snoke, 1984). En las metabasitas, estas fábricas penetrativas se caracterizan por la estabilidad parcial de la epidota y la hornblenda en las superficies S y C, lo que indica su formación bajo las condiciones de menor T de la facies de las anfibolitas. El reemplazamiento de la hornblenda por actinolita en *pull-aparts* orientados a alto ángulo de la Lp, proporciona una clara evidencia de la naturaleza retrógrada de la fábrica milonítica. Los indicadores cinemáticos en estas milonitas incluyen estructuras SC, bandas de cizalla, sombras de presión en torno a porfiroclastos y fábricas oblicuas en la forma de los granos. Todas estas estructuras indican, en general, un sentido de cizallamiento de techo hacia el N y NE.

4.1.2. Llanura Costera del Caribe

Constituye una espectacular planicie integrada por rocas sedimentarias plio-cuaternarias, que oculta en su subsuelo la prolongación hacia el suroeste de los materiales de las cordilleras Central y Oriental (Figs. 1.6 y 4.2). El espesor de esta cobertera sedimentaria es variable, pudiendo señalarse como cifra orientativa los más de 600 m atravesados por los sondeos efectuados en el ámbito de San Pedro de Macorís (Valladares *et al.*, 2006), que también han señalado una profundidad superior a 1.000 m para los materiales del basamento mesozoico-paleógeno. Entre ambos conjuntos se constata la existencia de una serie sedimentaria de algo más de 300 m de potencia, atribuida con reservas al Mioceno.

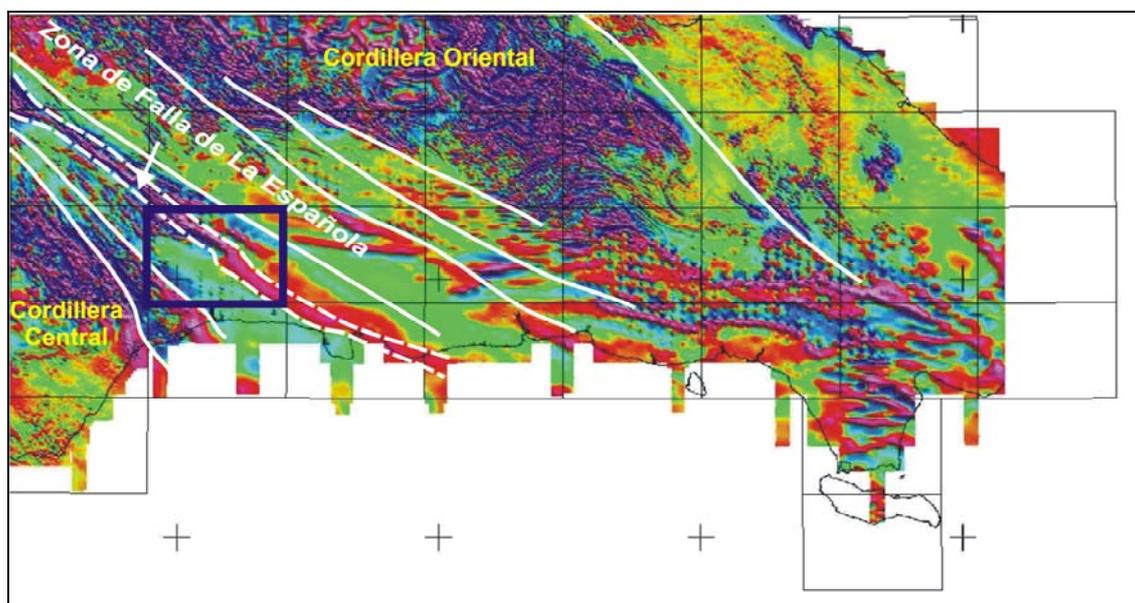


Fig. 4.2. Principales estructuras de las cordilleras Oriental y Central y del subsuelo de la Llanura Costera del Caribe, deducidas del mapa de gradiente vertical (Ayala *et al.*, *in press*)

El mapa de gradiente vertical de la región señala la prolongación en profundidad de las estructuras de dirección NO-SE de las cordilleras, que en el sector oriental de la Llanura Costera parece manifestarse a través de un sistema de fracturación posiblemente relacionado, al menos parcialmente, con la deformación de la Cordillera Oriental (Fig. 1.6). La morfología de la Llanura, con escalonamientos de gran continuidad paralelos al litoral, es el reflejo de los procesos sedimentarios y el ascenso generalizado de La Española acontecidos durante el Plioceno-Cuaternario, provocando la consiguiente retirada marina. En cualquier caso, en el sector occidental de la llanura dicho ascenso se ha articulado sin la actividad de falla alguna.

4.2. Estructura de la Hoja de Villa Mella

Pese a su reducida extensión en la Hoja, los materiales de la Cordillera Central reflejan fielmente sus características estructurales típicas, pudiendo diferenciarse dos bandas de orientación NO-SE determinadas por desgarres sinistral de idéntica orientación, constituyendo la falla del arroyo La Yuca el límite entre ambas bandas.

La banda nororiental está constituida por la Zona de Falla de La Española (Fig. 4.1), caracterizada por la extrusión de la Peridotita de Loma Caribe. El límite nororiental de esta banda se encuentra oculto bajo sedimentos cuaternarios algunos kilómetros al noreste de los afloramientos peridotíticos de la Hoja, limitados a su vez por una falla de dirección NNO-SSE. Dentro de estas bandas, la tectónica de desgarre se ha resuelto en la zona mediante dos franjas que configuran sendas alineaciones morfológicas, mucho más pronunciada la nororiental, además trastocada por fallas de orientación NNO-SSE.

La Peridotita de Loma Caribe presenta una acusada superposición de fábricas, entre las cuales es muy difícil discernir las que pertenecen a la tectónica más reciente de desgarres o a tectónicas previas. En la mayoría de los afloramientos, lo normal son varias fábricas consistentes en harinas de falla fuertemente foliadas, desarrolladas a partir de la peridotita serpentizada, a las que se asocian elementos típicos de una zona de cizalla de tipo frágil, como *riedels* R1, R2 y cizallas P (Tchalenco, 1968), grietas de tensión, estrías sobre los planos de cizallamiento, microplegamiento y almendras o fragmentos aboudinados de roca intacta, principalmente. Se ha observado una cierta consistencia en estas fábricas, indicando mayoritariamente movimientos sinistral que coinciden con los que se deducen de las relaciones cartográficas a lo largo de la Zona de Falla de La Española.

A tenor del carácter frágil de estas fábricas, de su asociación con los contactos por falla de la peridotita y de los sentidos de movimiento deducidos, la mayoría de ellas se correlacionan bien con la tectónica de desgarres. No obstante, tanto petrográficamente como a escala de afloramiento es posible identificar una fábrica previa de tipo dúctil y carácter no coaxial, relacionada con el metamorfismo retrógrado descrito en el apartado correspondiente (3.1.1).

Entre las dos alineaciones de la banda nororiental se interpone el Complejo Río Verde, configurando una franja deprimida. En superficie aparece delimitado igualmente por fallas de dirección NO-SE, sin que se observe su relación original con la Peridotita de Loma Caribe, si bien probablemente sea de tipo mecánico, forzado por el ascenso extrusivo de la unidad peridotítica.

El Complejo Río Verde muestra una fábrica principal (Sp) de dirección ONO-ESE a NNO-SSE y un sistemático buzamiento al E, generalmente superior a 50°; la lineación mineral suele presentar inmersiones moderadas o medias (20-40°) hacia el ESE, SE o SSE. La fábrica deformativa principal es de tipo dúctil y a ella se asocia un metamorfismo de baja-P/alta-T, variable desde la facies de la prehnita-pumpellita a la anfibolítica, el cual es progresivamente más intenso hacia los niveles estructuralmente más altos.

La fábrica, de tipo milonítico-filonítico, es heterogénea, y a escala de afloramiento es poco perceptible en los niveles estructurales más bajos del complejo, pero se va haciendo progresivamente más conspicua hacia los más altos. En estos últimos, se pueden observar a simple vista geometrías compuestas de tipo SC, crenulaciones extensionales de tipo EEC (Platt y Vissers, 1980), porfiroclastos y venas de cuarzo rotados de forma sigmoidal, *boudins* asimétricos y pliegues intrafoliares, todas ellas estructuras indicativas de un intenso cizallamiento. A escala media, la lineación (Lp) sólo se reconoce en los términos más deformados, en forma de anfíboles elongados y *ribbons* de cuarzo. Los criterios cinemáticos suelen indicar un sentido de movimiento predominante de bloque de techo hacia el NE.

La banda suroccidental está integrada por la Fm Siete Cabezas (Fig. 4.1), afectada por un conjunto de fallas de dirección NO-SE que se reflejan en el terreno mediante contrastes morfológicos. Pese a la escasez de medidas estructurales, los contrastes litológicos entre los niveles basálticos y volcanoclásticos esquistosados, parecen definir un amplio antiforame de vergencia SO. Su límite suroccidental con el Complejo

Duarte coincide con un nuevo desgarre, localizado varios kilómetros al suroeste de la Hoja.

Como ya se ha señalado, los materiales de la Cordillera Central se sumergen de forma progresiva hacia el sureste bajo los depósitos plio-cuaternarios de la Llanura Costera del Caribe, alcanzando profundidades superiores a 1.000 m en el ámbito de San Pedro de Macorís. Aunque su desaparición es brusca, coincidiendo con una orla de piedemontes cuaternarios, algunos kilómetros hacia el sureste aún se constata tanto la presencia de materiales del basamento en el ámbito de Mata San Juan, como la continuidad de la falla del arroyo La Yuca por la orientación rectilínea de éste.

Aunque en el territorio de la Hoja correspondiente a la Llanura Costera del Caribe no se han identificado estructuras de tipo tectónico, es indudable su actividad tectónica durante el Cuaternario: la emersión de la plataforma carbonatada pliocena no es justificable únicamente por variaciones del nivel del mar, sino que debe enmarcarse en un proceso de envergadura geodinámica que se refleja en el ascenso de La Española y el consiguiente incremento de su superficie.

Este ascenso se ha producido con tasas de elevación diferentes en los distintos dominios de la isla. En este sentido, pese a la escasez de dataciones existentes en materiales cuaternarios, los datos aportados por los aterrazamientos marinos asociados a las Fms. La Isabela y Los Haitises, permiten establecer al menos pautas generales y tasas de elevación aproximadas (Fig. 4.3).

Así, en el sector occidental de la Llanura Costera del Caribe, la terraza datada como MIS 5e (121 ± 9 ka) por Schubert y Cowart (1982) entre Punta Caucedo y San Pedro de Macorís y que constituye la Superficie Inferior de la Llanura Costera del Caribe (Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Santo Domingo, 6271), alcanza 10 m de altitud máxima en dicha zona, lo que implica un levantamiento de 0,06 mm/año (Braga, 2010). Esta misma terraza alcanza 20 m de altitud al pie del paleoacantilado que limita meridionalmente el Parque Mirador Sur (Santo Domingo), lo que implica una tasa de levantamiento de 0,14 mm/año, por lo que desde el MIS 5e (117-128 ka) la zona occidental de la Llanura Costera del Caribe ha estado elevándose con una velocidad media bastante moderada de entre 0,06 y 0,14 mm/año. De igual forma, desde el MIS 11, dicha zona se habría elevado con una tasa comprendida entre 0,06 y 0,08 mm/año

El levantamiento, en cualquier caso, se mantiene desde el cese del depósito de la Fm Los Haitises, es decir, al menos, desde el Pleistoceno Inferior, pero la imprecisión sobre la edad de los carbonatos más recientes dentro de esta formación deja muy abiertas las estimaciones sobre tasas de levantamiento. Sea como fuere, la altitud actual de sus calizas someras puede dar una idea de dichas tasas. En concreto, en el ámbito de Santo Domingo presentan su altitud máxima en el sector occidental de la Llanura, con una cota próxima a +70 m. Considerando que el depósito de las calizas concluyó en el Pleistoceno Inferior (781.000 años), la tasa de levantamiento sería de 0,09 mm/año y si por el contrario, se asume que las calizas dejaron de acumularse y empezaron a emerger al final del Plioceno Inferior (hace 3,5 millones de años, lo que sería el otro extremo del impreciso intervalo de edad en que podemos acotar la formación), la tasa sería de 0,02 mm/año. En cualquier caso, esta tasa de elevación de 0,02-0,09 mm/a resulta sensiblemente inferior a la experimentada por la Fm Los Haitises en otros lugares de la isla, como las cordilleras Oriental y Septentrional.

ESTIMACIONES DE EDADES Y TASAS DE ELEVACIÓN EN EL SECTOR OCCIDENTAL DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE (Basado en datos de Braga, 2010)

| FORMACIÓN | PLATAFORMA DE ABRASIÓN | UNIDAD CARTOGRÁFICA (TERRAZA MARINA) | SUPERFICIE DE LA LLANURA COSTERA DEL CARIBE EQUIVALENTE | COTA (m) | | DATACIÓN (ka) | TASA DE ELEVACIÓN (mm/año) | EDAD |
|--------------|------------------------|--------------------------------------|---|----------------------|---------------|---------------|----------------------------|----------------------|
| | | | | SAN PEDRO-BOCA CHICA | SANTO DOMINGO | | | |
| LA ISABELA | r1 | | INFERIOR | 2 | | 4 | 0,25 | PLEISTOCENO SUPERIOR |
| | | | | 3 | | 7 | 0,29 | |
| | 10 | | | | 121±9 | 0,06 | | |
| | | | | 20 | | 0,14 | | |
| | r3 | | | | 200 | 0,06 | | |
| | r4 | | INTERMEDIA | 30 | | 400 | 0,06 | PLEISTOCENO MEDIO |
| | | | | | 50 | | 0,08 | |
| | | | | | 55 | | | |
| LOS HAITISES | r6? | 3 | SUPERIOR | 60 | 70 | 781 | 0,09 | PLEISTOCENO INFERIOR |
| | | | | | | 3500 | 0,02 | PLIOCENO |

126 ka
781 ka
1806 ka
3500 ka

121: datación absoluta (Schubert y Cowart, 1982)

0,06: tasa de elevación tomada como referencia en el sector de San Pedro Boca Chica

332: para la Fm La Isabela, edad estimada en base a la tasa de elevación y a la curva de Estadios Isotópicos (MIS); para la Fm Los Haitises, edades extremas deducidas de su bioestratigrafía

Fig. 4.3. Tasa de elevación y edad de las unidades arrecifales de la Llanura Costera del Caribe occidental

5. GEOMORFOLOGÍA

5.1. Análisis geomorfológico

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiéndose por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo el origen de las mismas (morfogénesis). Se procede a continuación a la descripción de las distintas formas diferenciadas en la Hoja, atendiendo a su geometría, tamaño y génesis; el depósito que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales), se describe en los apartados correspondientes del capítulo de estratigrafía (2.2.2).

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

5.1.1. Estudio morfoestructural

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. Así, los materiales ígneo-metamórficos de la Cordillera Central se alzan a favor de alineaciones de origen tectónico. Por el contrario, el relieve de los materiales marinos de la llanura costera del Caribe está condicionado por la morfología del *lagoon* que ocupaba la región durante el Plioceno-Cuaternario (Figs. 5.1 y 5.2a). Sobre la arquitectura diseñada por los procesos anteriores, han actuado con mayor o menor eficacia las morfogénesis fluvial, gravitacional, lacustre-endorreica, poligénica y por meteorización química.

5.1.1.1. Formas estructurales

Se distribuyen en dos ámbitos netamente contrastados. Por una parte, las formas estructurales de origen tectónico se concentran casi exclusivamente en el sector noroccidental, correspondiente a la cordillera, tratándose fundamentalmente de *fallas* y *fallas supuestas* con expresión morfológica de dirección NO-SE, siendo su principal manifestación la delimitación de bloques.

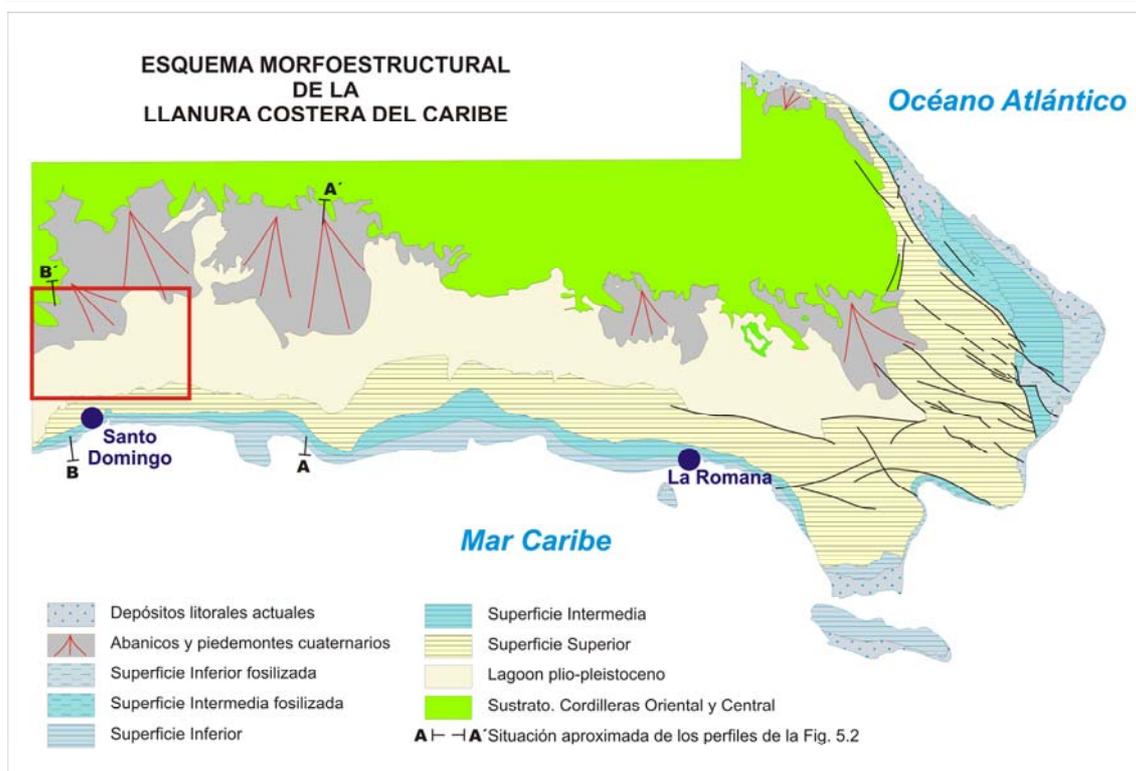


Fig. 5.1. Situación de la Hoja de Villa Mella en el contexto morfoestructural de la Llanura Costera del Caribe

Por otra parte, las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la erosión, o litoestructurales, corresponden exclusivamente a *superficies estructurales degradadas*, conformadas por el techo de niveles calcáreos de las Fms. Yanigua y Los Haitises. En el caso de la Fm Los Haitises se trata de la Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe (Fig. 5.2), que alberga las cotas más elevadas de la llanura en la región, aunque en la Hoja tan sólo sobrepasa ligeramente +40 m; aunque parece evidente el carácter estructural de esta superficie, es probable que también haya sufrido la acción de la morfogénesis marino-litoral durante su formación. En el caso de los retazos conservados a techo de la Fm Yanigua, actúan a modo de estrechas superficies divisorias entre algunas pequeñas cuencas hidrográficas del sector suroccidental.

A estas formas litoestructurales hay que añadir los *cerros cónicos* elaborados en las peridotitas serpentinizadas de Loma Caribe como respuesta a procesos selectivos de meteorización.

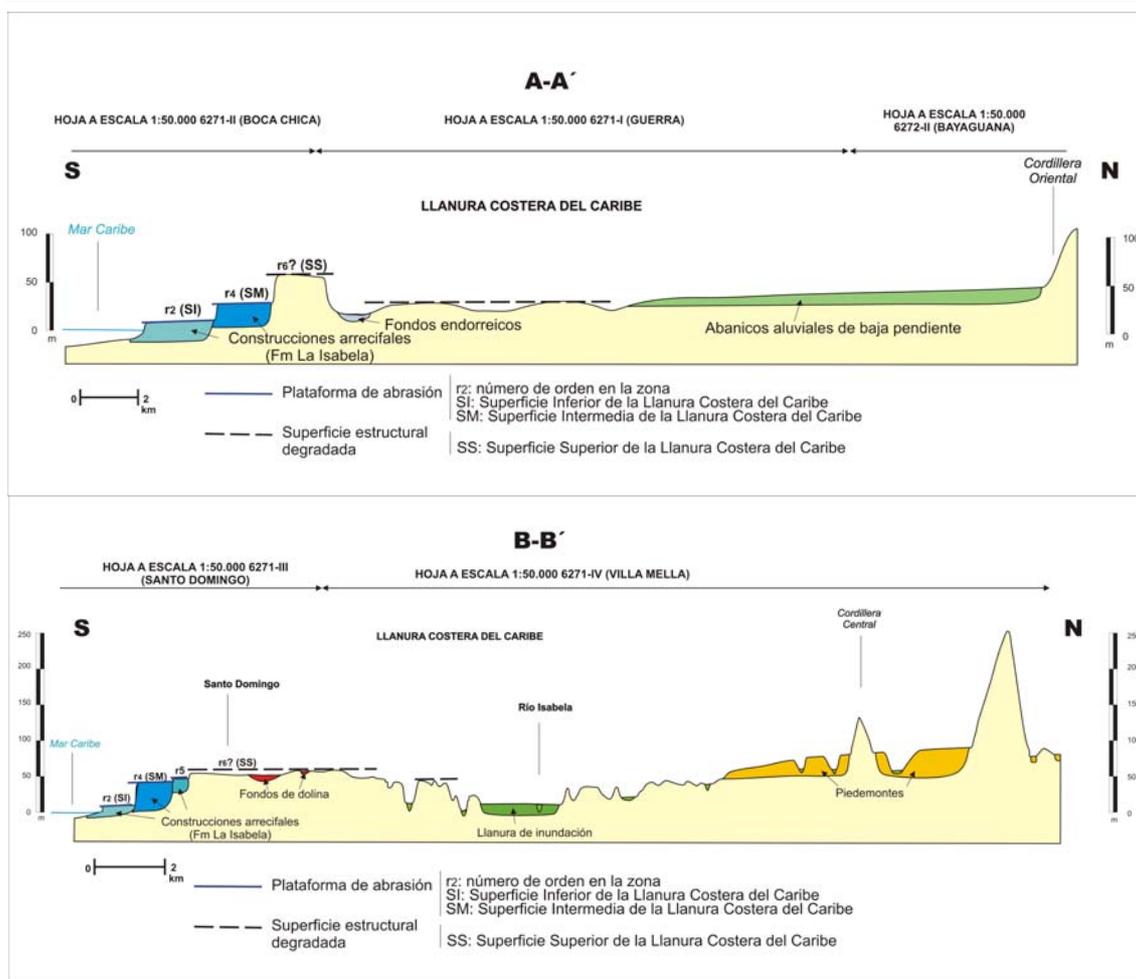


Fig. 5.2. Perfiles morfoestructurales esquemáticos del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe

5.1.2. Estudio del modelado

Pese a que son los procesos marino-litorales los condicionantes fundamentales de la morfoestructura básica de la Llanura Costera del Caribe, en la zona son los de origen fluvial, lacustre-endorreico, por meteorización química y gravitacional los responsables del modelado actual.

5.1.2.1. Formas gravitacionales

Poseen escasa relevancia debido al predominio de las grandes planicies. En éstas, tan sólo cabe mencionar caídas de bloques incartografiables debido a sus reducidas dimensiones, a favor de los escarpes más pronunciados del valle de los ríos Ozama e Isabela.

En el ámbito de la cordillera, pese al *cambio brusco de pendiente* existente con respecto a la llanura, tampoco se han observado formas cuyas dimensiones permitan su representación. Por una parte, la estructura “masiva” de los materiales aflorantes minimiza su inestabilidad gravitacional y por otra, la meteorización actúa con celeridad a la hora de enmascarar este tipo de procesos, haciéndolos prácticamente imperceptibles.

5.1.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Están ampliamente representadas, mostrando una cierta variedad, tanto de formas erosivas como sedimentarias.

Los *fondos de valle* son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de la red fluvial actual. Se trata de formas estrechas coincidentes con el canal de estiaje, destacando entre ellas las del río Ozama y sus afluentes Isabela y Yabacao; en el caso del primero, se reconocen varios cauces además del *activo*. Estos ríos poseen una extensa *llanura de inundación*, que frecuentemente alcanza 1 km de anchura.

Dentro de las llanuras de inundación se reconocen numerosos *cauces* y *meandros abandonados*, que denotan una continua deriva aleatoria de los cauces; en determinados casos, albergan lagunas, siendo posible que algunos fondos endorreicos y lagunillas también correspondan a antiguas redes de drenaje abandonadas, si bien su grado de conservación no permite corroborar esta idea en todos los casos.

La actividad pretérita de la red fluvial se manifiesta por la existencia de terrazas, a las que se asocian *escarpes* más o menos marcados, relacionadas con los ríos Yabacao, y, especialmente, Isabela, en el que se reconocen dos niveles encajados entre sí y con respecto al sistema de piedemontes que orlan la Cordillera Central. Los niveles más bajos se disponen a cotas inferiores a +10 m sobre el cauce del río, en tanto que los superiores alcanzan cotas cercanas a +20 m.

Los depósitos más extensos corresponden a *abanicos aluviales de baja pendiente* que, partiendo al pie de la Cordillera Oriental, tapizan la Llanura Costera del Caribe, configurando una monótona e inmensa planicie ligeramente inclinada desde una cota próxima a 100 m al pie de la cordillera (Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Monte Plata, 6272) hasta unos 20 m en su sector distal, correspondiente al ámbito

septentrional de la Hoja. Probablemente, su génesis esté relacionada con el último periodo de inestabilidad relevante de dicha cordillera, tras el cual la llanura ha sufrido una tendencia general de encajamiento.

Entre las formas erosivas se ha reconocido una densa *incisión lineal*, representada principalmente en el sector occidental a favor de los niveles de margas de la Fm Yanigua; entre los integrantes de la red de incisión se han formado *aristas*, que en el ámbito de la Cordillera Central adquieren carácter de *aristas montañosas*. La incisión en las zonas más elevadas de la Llanura Costera, asociadas a su Superficie Superior, ha provocado la formación de *escarpes*, tanto en el caso del río Ozama como en el de su afluente Isabela. El catálogo de las formas erosivas de carácter fluvial se completa con la *erosión lateral del cauce*, que afecta especialmente a los meandros de los principales ríos.

Las características paleogeográficas y la litología son los principales condicionantes de la geometría de la red de drenaje, prácticamente ausente en los afloramientos de la Fm Los Haitises, donde el drenaje se resuelve por infiltración. En el resto de la Hoja, excepción hecha del ámbito de la Cordillera Central, la topografía refleja la herencia del *lagoon* plioceno en el que se depositó la Fm Yanigua (protegido por las construcciones arrecifales de la Fm Los Haitises) que al emerger se configuró como un territorio de tendencias endorreicas acusadas.

Esta configuración endorreica, conservada en sectores orientales (Hoja a escala 1:50.000 de Guerra, 6271-I), donde ningún curso fluvial ha conseguido atravesar el umbral que conforman las antiguas construcciones arrecifales, fue abandonada en la zona cuando la llegada del río Ozama al litoral desencadenó una enérgica incisión de la red, responsable del patrón dendrítico observable hoy día.

La estructura tectónica aparece como un condicionante secundario de la geometría de la red, excepto en el sector noroccidental, donde los cursos se orientan con dirección NO-SE, siguiendo la directriz estructural principal de la cordillera.

Entre los elementos de la red de drenaje predomina el carácter consecuente, discurriendo de norte a sur a favor de la máxima pendiente regional. Por su parte, el arroyo Yuca y el tramo final del río Isabela muestran carácter subsecuente, al adaptarse respectivamente a la dirección de fracturación NO-SE y a la litoestructura de la Fm Los Haitises, de orientación E-O. Finalmente, en la vertiente septentrional de la

Superficie Superior de la Llanura Costera del Caribe, son frecuentes los elementos de la red secundaria de carácter obsecuente, que discurren en sentido contrario a la pendiente regional.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la red deben tenerse en cuenta las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base, el retroceso de las vertientes y la erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella.

5.1.2.3. Formas lacustres y endorreicas

Están integradas por un elevado número de lagunas, charcas y áreas pantanosas y endorreicas, distribuidas al norte de los afloramientos de la Fm Los Haitises. Por su extensión y abundancia destacan las áreas pantanosas, desarrolladas principalmente a favor de llanuras de inundación, en las que las bajas pendientes empobrecen el drenaje, favoreciendo el encharcamiento y la colonización por vegetación. Sus principales manifestaciones están relacionadas con el río Ozama y los arroyos Dajao y Yuca.

Las áreas endorreicas se localizan en el sector oriental, llegando a sobrepasar los 6 km de eje mayor; se desarrollan principalmente sobre los materiales de la Fm Yanigua, lo que hace que en numerosos casos acaben convirtiéndose en *charcas* o *lagunas*. La forma alargada y la distribución alineada de algunas áreas endorreicas, lagunas y charcas, sugiere su génesis a partir de antiguos cursos fluviales mínimamente encajados y prácticamente irreconocibles hoy día. En otros casos, formas más redondeadas parecen responder a procesos de disolución de los materiales carbonatados del sustrato.

5.1.2.4. Formas originadas por meteorización química

Se encuentran representadas en el sector meridional, donde se desarrollan sobre las calizas de la Fm Los Haitises, cuya superficie de afloramiento puede considerarse un *área con intensa karstificación*. Sin ser excesivamente abundantes, las *dolinas* son sus formas más características, alcanzando más de 500 m de diámetro en el barrio de Hainamosa. En cualquier caso, la forma más extensa corresponde al *campo de lapíaces* desnudo visible por toda la zona.

En cuanto a la meteorización química de rocas silicatadas, cabe destacar las *argilizaciones* desarrolladas sobre los materiales ígneo-metamórficos de la Cordillera Central. También es preciso señalar el desarrollo de *ferruginizaciones* a techo de la alteración laterítica que localmente se ha generado a techo de los depósitos de piedemonte localizados al este de la loma Sierra Prieta.

5.1.2.5. Formas poligénicas

Aparecen exclusivamente en el sector noroccidental, tanto en la Cordillera Central como en su orla. Entre las de carácter erosivo destacan la loma Sierra Prieta, como *pico principal* de la zona, y Cerro Gordo, como *monte isla*.

En cualquier caso, la más destacada corresponde a los piedemontes que orlan la cordillera y que partiendo de cotas cercanas a 100 m, descienden suavemente hacia el SSE a lo largo de más de 3 km, hasta cotas de 50 m. Su génesis se ha producido por la acción combinada de procesos gravitacionales y de escorrentía superficial.

5.2. Evolución e historia geomorfológica

Si bien la morfología de la zona está influenciada por los procesos acaecidos a lo largo de la historia de la Cordillera Central, su fisonomía actual empieza a perfilarse durante el Plioceno, cuando únicamente el sector correspondiente a la cordillera se encontraría emergido. El resto de la zona formaría parte de la una extensa plataforma carbonatada situada al sur de la actual Cordillera Oriental, restringida durante dicha época a una serie de islas e islotes, a modo de archipiélago (Díaz de Neira *et al.*, 2007). La evolución y la historia geomorfológica de la zona están condicionadas básicamente por la tendencia ascendente de dicha plataforma a lo largo del Cuaternario.

La característica básica de la plataforma pliocena es la presencia de una barrera arrecifal (Fm Los Haitises) de orientación E-O, que protegía un amplio *lagoon* (Fm Yanigua) (Fig. 5.3a), que recibía descargas terrígenas procedentes de la incipiente Cordillera Oriental. La tendencia ascendente de La Española puesta de manifiesto en épocas precedentes prosiguió, con lo que durante el Pleistoceno Inferior se produciría el ascenso de la plataforma, de forma que probablemente durante el Pleistoceno Medio el antiguo armazón arrecifal se configuraría como un umbral que separaba el mar Caribe de un mar interior o una gran laguna costera situada al norte (Fig. 5.3.b). El

consiguiente retroceso marino iría acompañado de la migración hacia el sur de los edificios arrecifales correspondientes a la Fm La Isabela (Hoja a escala 1:50.000 de Santo Domingo, 6271-III).

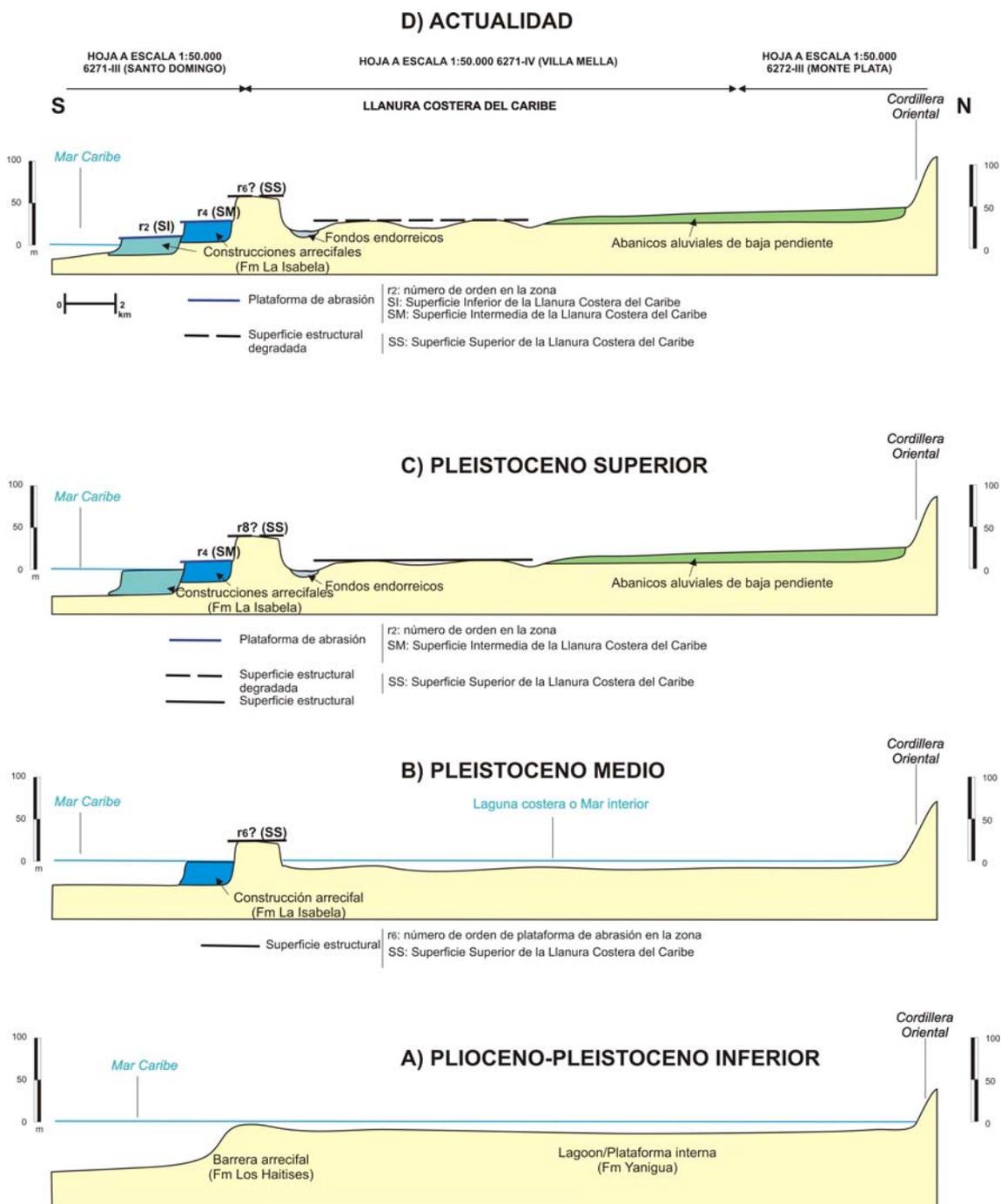


Fig. 5.3. Evolución del perfil del sector occidental de la Llanura Costera del Caribe en el ámbito de la Hoja de Villa Mella

En el Pleistoceno Superior, el antiguo *lagoon* habría emergido totalmente, configurándose como una gran zona endorreica a la que descargarían, entre otros, unos incipientes ríos Ozama, Isabela y Yabacao. La tendencia ascendente de los

relieves de las cordilleras tuvo como consecuencia la formación de abanicos y piedemontes que tapizarían al menos el sector septentrional del antiguo *lagoon* (Fig. 5.3c).

Probablemente, la erosión remontante de uno de los cursos que verterían a la zona endorreica desde el umbral constituido por la Fm Los Haitises (y que actualmente constituye el tramo final del río Ozama), alcanzaría el litoral caribeño, provocando a finales del Pleistoceno Superior tanto la captura de la zona endorreica por parte del mar Caribe, como el crecimiento longitudinal del Ozama. La nueva configuración exorreica de la zona iría acompañada de una eficiente incisión lineal, con creación de una densa red de drenaje de tipo dendrítico, especialmente desarrollada en el sector occidental.

La evolución holocena, no parece haber supuesto una modificación de las pautas anteriores, con una enérgica incisión de las zonas más elevadas del antiguo *lagoon* y ciertas deficiencias en el drenaje del sector oriental, con proliferación de áreas pantanosas en el valle del río Ozama, así como de lagunas, en unos casos a favor de antiguos cursos fluviales abandonados y en otros, de disoluciones del sustrato calcáreo. A todo ello hay que sumar los efectos de la antropización, especialmente en el sector meridional, donde se localizan las estribaciones septentrionales de Santo Domingo, centro socio-económico del país.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la región, deben tenerse en cuenta: la tendencia ascendente de la misma, con el consiguiente retroceso de la línea de costa y el descenso progresivo del nivel de base, factores que incrementarán el poder erosivo de los elementos de la red fluvial y por tanto, la eficacia de la erosión remontante y de las posibles capturas derivadas de ella; así mismo es preciso considerar la influencia de las fallas que desnivelan bloques y la actividad gravitacional en las vertientes en la Cordillera Central, la tendencia a la colmatación de las lagunas, lagunillas y áreas pantanosas y endorreicas, y los retoques producidos por los fenómenos kársticos.

5.3. Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico

Se denomina procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, potencialmente funcionales sobre la superficie terrestre y cuyo principal interés es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su

cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter generalmente imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como en zonas de baja actividad geodinámica.

Los datos reflejados en la cartografía son el resultado de un reconocimiento general realizado mediante la interpretación de fotografías aéreas y la realización de recorridos de campo, por lo cual se trata de una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la presente memoria no exime de la necesidad legal de realizar los estudios pertinentes en cada futuro proyecto ni debe ser utilizada directamente para la valoración económica de terrenos o propiedades de cualquier clase.

Igualmente, ha de tenerse presente que a la escala de trabajo carecen de representación algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de ejemplo la nutrida red de arroyos y cañadas del sector occidental, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de inundación; los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación areal de los segundos.

Dentro de la Hoja de Villa Mella (6271-IV) existe una cierta variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose reconocido diversos tipos de actividad: sísmica, tectónica, asociada a movimientos de laderas, por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación, y asociada a litologías especiales.

5.3.1. Actividad sísmica

La sismicidad es uno de los procesos activos más relevantes de La Española, como consecuencia de su situación en un contexto geodinámico de límite entre dos placas: Norteamericana y del Caribe. Actualmente existe consenso en el reconocimiento de las principales estructuras tectónicas de la isla y su relación con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas. No obstante, aunque los rasgos generales son conocidos, el estudio de detalle de la actividad sísmica en la República Dominicana tropieza con una cierta escasez de datos. Los registros históricos e instrumentales son pocos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles en el siglo XV, lo que limita su ámbito a los últimos 500 años, a diferencia de otras zonas del planeta donde el registro histórico abarca un milenio (Europa, Oriente Medio) o excepcionalmente varios milenios (China). Por lo que respecta al registro instrumental, también tiene graves inconvenientes, pues la Red Sísmica de la República Dominicana fue establecida durante los trabajos del Programa SYSMIN (Prointec, 1999) y su registro es, por tanto, manifiestamente incompleto.

Por ello, los catálogos existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que sólo se han detectado los eventos con magnitudes lo suficientemente grandes como para ser registradas por redes alejadas. La red sísmica de Puerto Rico ofrece una buena cobertura del territorio dominicano en cuanto a superficie, pero no así en cuanto a tiempo, ya que su registro se restringe al periodo posterior a 1985.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las bases de datos de la Red Sísmica Nacional Dominicana (RSND), el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH), la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN) y el Middle American Seismograph Consortium (MIDAS), además de las incluidas en el citado Programa SYSMIN. El periodo cubierto ha sido 1505-2010.

La Hoja de Villa Mella pone de manifiesto la necesidad de abordar los estudios sísmicos en relación con áreas de un orden de magnitud superior, ya que la distribución de epicentros no evidencia el seguimiento de un patrón claro, aunque al sur parece insinuarse un grupo de orientación E-O, paralela tanto a la Fosa de los Muertos, al sur, como al borde meridional de la Cordillera Oriental, al norte; por otra parte, epicentros situados al sureste parecen formar parte de una alineación NO-SE, coincidente con la Zona de Falla de La Española, detectada en el sustrato por métodos geofísicos. Los seísmos registrados muestran una gran variación en la profundidad (3,0-101,1 km), habiéndose asignado al mayor evento catalogado una magnitud de 6,2 (1673), si bien durante el periodo instrumental no se ha registrado ninguno superior a 3,8 (1993 y 2007).

Cabe señalar que la Hoja se encuentra incluida en la zona severamente afectada por el terremoto de 1751. Excepción hecha del sector nororiental de aquélla, cabe decir lo mismo en relación con los seísmos de 1615, 1673 y 1761. Igualmente, su sector

suroccidental se encuentra de la zona severamente afectada por los terremotos de 1684 y 1691 (Fig. 4.4).

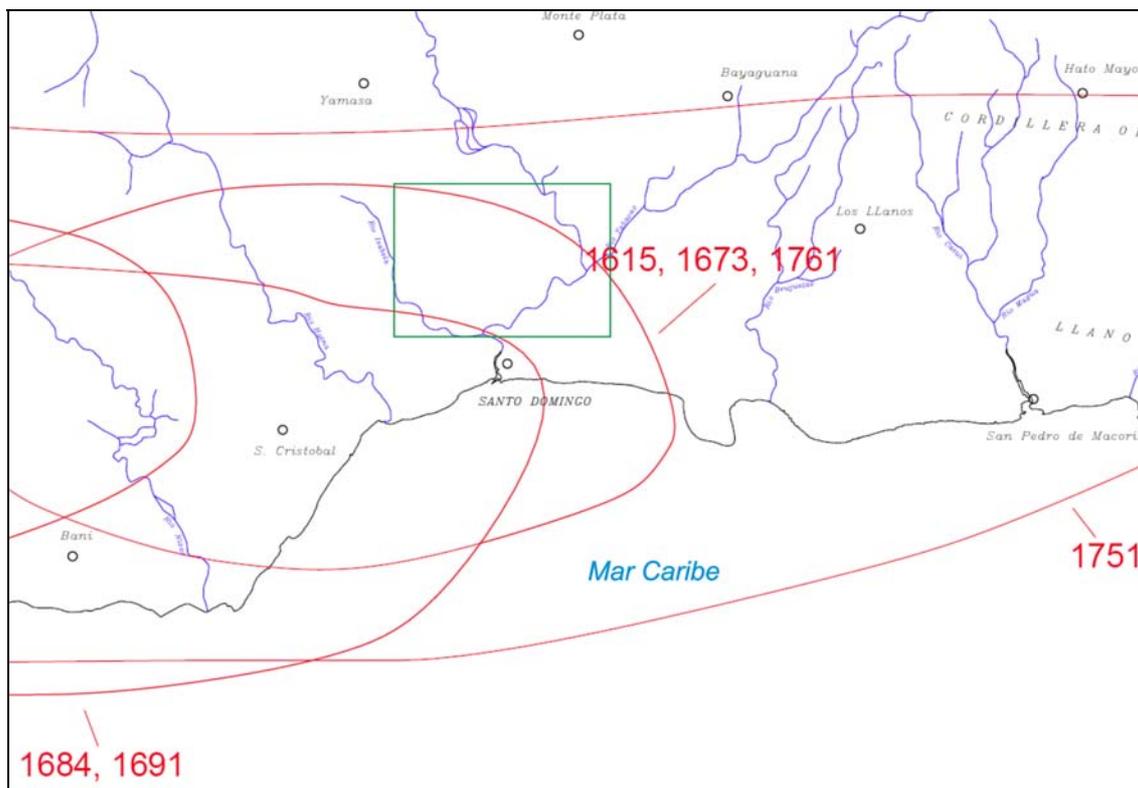


Fig. 5.4. Zonas severamente afectadas por seísmos históricos en La Española (Prointec, 1999)

5.3.2. Tectónica activa

En una región donde la tectónica activa es evidente, con una acusada tendencia ascendente como denuncian las diversas terrazas marinas del litoral caribeño, tan sólo se reconoce una pequeña cantidad de rasgos indicativos de este tipo de actividad. Cabe señalar las *fallas*, con frecuencia *supuestas* al estar ocultas por depósitos cuaternarios y en algunos casos puestas de manifiesto por *escarpes degradados*. Las más destacadas poseen la orientación NO-SE típica de la Cordillera Central.

Dicha tendencia ascendente puede cuantificarse de acuerdo con los escasos datos cronológicos disponibles (Fig. 4.2), estableciéndose una tasa de elevación de 0,06-0,14 mm/año desde el MIS 5e (121±9 ka) para el sector occidental de la Llanura Costera del Caribe (Braga, 2010) y de 0,06-0,08 mm/año, desde el MIS 11 (400 ka). En cualquier caso, el levantamiento se ha venido produciendo al menos desde el final

del depósito de la Fm Los Haitises, acontecido de forma imprecisa durante el intervalo Plioceno-Pleistoceno Inferior, lo que permite establecer tasas de elevación orientativas de 0,02-0,09 mm/año para dicha formación, dentro del mismo orden de magnitud que las estimadas para la Fm La Isabela, pero sensiblemente inferiores a las deducidas para las cordilleras Septentrional y Oriental.

5.3.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

Se trata de una actividad restringida a *caídas de bloques* hasta de orden métrico a favor de los pronunciados escarpes del valle de los ríos Ozama e Isabela, especialmente en las proximidades de su confluencia.

5.3.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Es patente al oeste del río Ozama, especialmente por el desarrollo de una red de drenaje dendrítica, con una notable *incisión lineal*. En el caso de los cursos principales destaca la *erosión lateral del cauce*, fenómeno que favorece las frecuentes migraciones del canal principal. Por el contrario, la actividad erosiva es muy inferior en el sector oriental debido a sus acusadas tendencias endorreicas

5.3.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación

Es la actividad que se produce por una mayor variedad de procesos, además de ser la que tiene una mayor incidencia sobre la población. Su origen está relacionado con la actividad fluvial, el desarrollo lacustre-endorreico y, en general, con cualquier tipo de proceso generador de flujos acuosos o aportes sedimentarios susceptibles de acumularse en áreas deprimidas.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente continua sobre los *fondos de valle* de los ríos y arroyos de la zona, al igual que sobre el *canal principal* de los ríos Ozama e Isabela, a diferencia de las *llanuras de inundación* y los *cauces y meandros abandonados* en ellas, en los que las inundaciones se producen de forma estacional.

El régimen pluviométrico de la región, unido a la topografía, hace que los *lagos, lagunas y charcas*, tanto de carácter permanente como estacional, sean muy

frecuentes, especialmente en el sector oriental. También son inundadas de forma frecuente las *áreas pantanosas y endorreicas*.

Las depresiones de origen kárstico desarrolladas sobre los materiales calcáreos de la Fm Los Haitises son susceptibles de aparecer como áreas inundadas tras lluvias intensas, especialmente en las revestidas por un importante depósito de arcillas de descalcificación.

5.3.6. Actividad asociada a litologías especiales

Su expresión más evidente se produce en relación con los afloramientos de la Fm Los Haitises, en los que se observa un *lapiaz desnudo*, así como *depresiones por disolución* correspondientes a dolinas. Además de estos procesos asociados a los afloramientos de la Fm Los Haitises, se constata la existencia de *áreas con depresiones por disolución del sustrato* ligadas a afloramientos de la Fm Yanigua.

Junto a los procesos de disolución, es preciso tener en cuenta los potenciales procesos de colapso que podrían generarse como consecuencia del desarrollo del endokarst, originando en su caso dolinas en superficie.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

Las rocas representadas en la Hoja de Villa Mella registran un periodo de más 130 Ma de evolución de la placa del Caribe, desde su inicio como un arco de islas primitivo, hasta su colisión oblicua con la placa de Norteamérica y la traslación a lo largo de fallas transcurrentes subparalelas al límite de placas. No obstante, se observan importantes lagunas en el registro mesozoico y una total ausencia de representación paleógena, lo que unido a los efectos de la deformación y el metamorfismo hace que las reconstrucciones e interpretaciones paleogeográficas deban ser tomadas con cierta cautela. Tan sólo la evolución de la plataforma carbonatada plio-cuaternaria puede reconstruirse con un cierto grado de detalle, pese a los escasos datos cronológicos existentes.

Los materiales más antiguos corresponden a la Peridotita de Loma Caribe, correspondiente a la litosfera oceánica de un fragmento ofiolítico. Se considera parte del sustrato oceánico de las series magmáticas del Cretácico Inferior (Escuder Viruete *et al.*, 2007), representadas en la zona por el Complejo Río Verde, interpretado como formando parte del arco-isla primitivo del Caribe (Donnelly *et al.*, 1990; Lewis y Draper, 1990; Escuder Viruete *et al.*, 2010) generado por la subducción de la placa proto-caribeña bajo la del Pacífico.

Tras un periodo sin registro que abarca el final del Cretácico Inferior y el comienzo del Superior, la emisión de los basaltos de la Fm Siete Cabezas a finales del Cretácico se enmarca en la extensión del *back arc* del arco insular caribeño, influida por la existencia de una pluma mantélica (Escuder Viruete *et al.*, 2008).

Poco puede decirse de lo acontecido hasta el Plioceno que no sean los aspectos genéricos de La Española comúnmente aceptados, consistentes básicamente en la convergencia oblicua de orientación OSO a SO y la colisión del margen continental de la placa Norteamericana con el sistema de arco isla caribeño, iniciada en el Eoceno y que continúa en la actualidad. Bajo este régimen geodinámico, la región se estructuró mediante la amalgama de diversas unidades de procedencia oceánica y mantélica, merced a la actividad de los desgarres sinistralizados generados.

A lo largo del intervalo anterior, la zona habría estado sometida, al menos temporalmente, a procesos erosivos, siendo durante el Plioceno cuando la región

comenzó a adquirir su fisonomía actual. Durante este periodo, la actual Llanura Costera del Caribe constituía una extensa plataforma carbonatada situada al sureste de una incipiente Cordillera Central y al sur de la Cordillera Oriental, restringida durante dicha época a una serie de islas e islotes, a modo de archipiélago (Díaz de Neira *et al.*, 2007).

La plataforma se caracterizó por la presencia de una barrera arrecifal de orientación E-O (Fm Los Haitises), que protegía al norte un amplio *lagoon* (Fm Yanigua) al que llegaban descargas terrígenas procedentes de los incipientes relieves septentrionales (Fig. 6.1a). La tendencia ascendente de La Española debida a la convergencia entre placas prosiguió durante el Pleistoceno Inferior, provocando la elevación de la plataforma.

En primera instancia, el antiguo almacén arrecifal se configuraría como un umbral que separaba un mar interior o una gran laguna costera (al norte) del mar Caribe (al sur); el retroceso de la línea de costa iría acompañado de la migración de los edificios arrecifales (Fm La Isabela), cuyo primer depósito acontecería probablemente en el Pleistoceno Medio (Fig. 6.1b).

En el Pleistoceno Superior, el antiguo *lagoon* se encontraría totalmente emergido, configurándose como una gran zona endorreica a la que descargarían, entre otros, unos incipientes ríos Ozama, Isabela y Brujuelas. La tendencia ascendente de las cordilleras Oriental y Central tuvo como consecuencia la formación de abanicos y piedemontes que tapizarían al menos el sector septentrional del antiguo *lagoon* (Fig. 6.1c).

Probablemente, un proceso de erosión remontante sería la causa de la captura de la zona endorreica, que pasaría a desaguar al mar Caribe merced a un río Ozama incrementado longitudinalmente. La adquisición del exorreísmo iría acompañada de una enérgica incisión lineal puesta de manifiesto por la creación de una densa red de drenaje de tipo dendrítico, especialmente en el sector occidental.

La evolución holocena ha mantenido las pautas anteriores, con una enérgica incisión de las zonas más elevadas del antiguo *lagoon* y ciertas deficiencias en el drenaje del sector oriental, apreciándose la proliferación de áreas pantanosas en el valle del río Ozama, así como de lagunas en el sector oriental, en algunos casos a favor de antiguos cursos fluviales abandonados y en otros, de disoluciones del sustrato

calcáreo. A todo ello hay que sumar los efectos de la antropización, especialmente en relación con las estribaciones septentrionales de Santo Domingo.

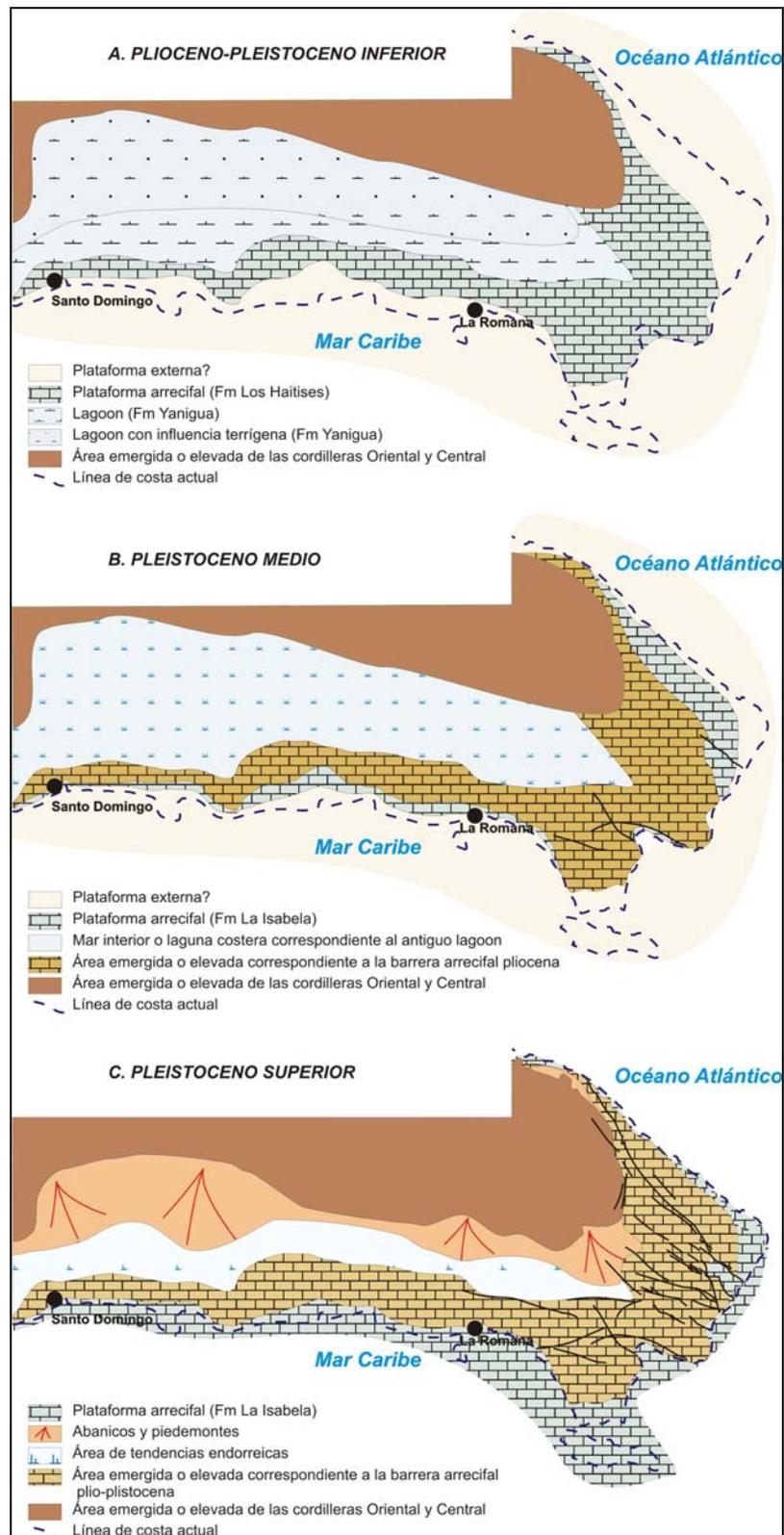


Fig. 6.1. Evolución paleogeográfica de la Llanura Costera del Caribe

7. GEOLOGÍA ECONÓMICA

7.1. Hidrogeología

7.1.1. Climatología e hidrología

El territorio ocupado por la Hoja de Villa Mella está afectado por un típico clima tropical, con temperaturas anuales medias que varían entre 25 y 27° C, medias máximas de 30-32°C y medias mínimas de 20-22°C, observándose en cualquier caso un efecto suavizador del océano ante los cambios de temperatura. En cuanto a las precipitaciones, sus valores anuales medios aumentan de sureste a noroeste desde 1.700 hasta 2.100 mm/año, con valores máximos de 2.400 mm y mínimos de 700 mm, si bien estas pluviometrías sufren variaciones notables en función de la frecuencia de llegada de tormentas tropicales y huracanes.

Las elevadas precipitaciones se resuelven principalmente mediante escorrentía superficial, a favor de una densa red de drenaje articulada en torno al río Ozama. Por el contrario, en los afloramientos de la Fm Los Haitises, el agua de lluvia se infiltra directamente, incorporándose al acuífero correspondiente; otro tanto ocurre con los afloramientos calizos de la Fm Yanigua, en este caso de menores dimensiones. Finalmente, en el sector oriental se aprecian zonas con una clara tendencia endorreica, siendo frecuentes los encharcamientos e inundaciones rápidos.

7.1.2. Hidrogeología

En el cuadro adjunto (Fig. 7.1.) se resumen las unidades o agrupaciones hidrogeológicas consideradas en la Hoja. En él se señalan, para cada unidad o agrupación hidrogeológica, su litología predominante, el grado de permeabilidad y, en su caso, las características de los acuíferos que albergan, además de algunas observaciones puntuales.

Las unidades y agrupaciones consideradas se ajustan a las siguientes tipologías:

- *Formaciones porosas*, que constituyen *acuíferos de permeabilidad muy alta y productividad alta*. Son los conjuntos calcáreos plio-cuaternarios (Fms. Los

Haitises e intercalaciones calcáreas de la Fm Yanigua), afectados por una intensa karstificación.

- *Formaciones porosas*, que constituyen *acuíferos de permeabilidad alta, pero de productividad limitada* debido a sus dimensiones. Se incluyen entre ellas los depósitos de fondo de valle, llanura de inundación, cauce o meandro abandonado y terraza.
- *Formaciones de porosidad media*, que pese a su notable extensión constituyen *acuíferos de productividad limitada* debido a las frecuentes intercalaciones lutíticas. Se incluyen entre ellas los depósitos de piedemonte.
- *Formaciones margoso-lutíticas de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos*. Son los depósitos margosos pliocenos de la Fm Yanigua y los sedimentos cuaternarios de abanicos aluviales de baja pendiente, áreas pantanosas y fondos kársticos, lacustres y endorreicos.
- *Formaciones ígneo-metamórficas de baja permeabilidad y sin acuíferos significativos*. Se trata de la Peridotita de Loma Caribe, el Complejo Río Verde y la Fm Siete Cabezas.

| EDAD | UNIDAD O AGRUPACIÓN HIDROGEOLÓGICA | UNIDADES CARTOGRÁFICAS | LITOLÓGÍAS | GRADO/TIPO DE PERMEABILIDAD | TIPOS DE ACUÍFEROS Y OBSERVACIONES |
|-------------|--|------------------------|--|---|---|
| CUATERNARIO | Depósitos fluviales | 10, 12, 13, 14 | Gravas y arenas | Alta por porosidad intergranular | Acuíferos libres de productividad limitada |
| | Abanicos aluviales y depósitos kársticos, lagunares, endorreicos y de áreas pantanosas | 8, 9, 11, 15, 16 | Lutitas | Baja | Sin acuíferos significativos |
| | Piedemontes | 7 | Gravas, arenas y lutitas | Media por porosidad intergranular | Acuífero libre extenso de productividad limitada |
| PLIOCENO | Fm Los Haitises | 6 | Calizas arrecifales | Muy alta por porosidad intergranular y karstificación | Acuífero libre extenso de elevada productividad que pueden alimentar a algunos acuíferos cuaternarios |
| | Fm Yanigua | 4, 5 | Margas con intercalaciones de calizas. Localmente, arenas | Baja. Muy alta por porosidad intergranular y karstificación en las intercalaciones de calizas | Acuíferos libres y confinados de productividad variable constituidos por las intercalaciones de calizas |
| MESOZOICO | Peridotita de Loma Caribe, Complejo Río Verde y Fm Siete Cabezas | 1, 2, 3 | Peridotitas serpentizadas, metabasitas, basaltos y esquistos | Baja | Sin acuíferos significativos |

Fig. 7.1. Cuadro-resumen de las unidades o agrupaciones hidrogeológicas de la Hoja de Villa Mella

La zona se enmarca en la Unidad Hidrogeológica nº 1-“Planicie Costera Oriental” (Acuater, 2000) que muestra unos límites meridional y oriental abiertos, con aportación al mar Caribe y al océano Atlántico.

La Fm Los Haitises, que aflora exclusivamente en el sector meridional, es el acuífero principal, por lo que buena parte de las elevadas precipitaciones caídas sobre su superficie de afloramiento, se traducen en escorrentía subterránea, con aportes al mar y aprovechamientos para actividades humanas urbanas e industriales.

La Fm Yanigua alberga niveles de caliza de envergadura muy variable, pero que pueden constituir excelentes acuíferos, al presentar propiedades hidrogeológicas similares a las de la Fm Los Haitises. Su diferencia principal estriba en el carácter libre y las mayores dimensiones de ésta, frente al carácter confinado, al menos en algunos casos, y la menor extensión de aquélla.

En el caso de los acuíferos constituidos por depósitos fluviales y piedemontes, poseen una envergadura muy variable, tanto en lo que afecta a su área de recarga como a su espesor y coeficiente de almacenamiento. En cualquier caso, su recarga se produce por infiltración del agua de lluvia, pudiendo sufrir trasvases subterráneos con los niveles calizos de las Fms. Yanigua y Los Haitises; también son posibles los flujos de doble dirección con los elementos de la red de drenaje.

Los datos piezométricos existentes (Acuater, 2000), indican un decrecimiento isopiezométrico general desde la Cordillera Oriental hasta el mar Caribe, indicando un claro flujo de agua subterránea hacia éste (Fig. 7.2). La tendencia general E-O de las isopiezas se mantiene al este del río Ozama, con un descenso de la superficie piezométrica desde +10 m sobre el nivel del mar hasta algo menos de +1 m, pero se modifica bruscamente al oeste, adquiriendo una orientación NO-SE por adaptación al sustrato mesozoico, elevándose la superficie piezométrica hasta + 30 m.

Las aguas subterráneas de la zona presentan una vulnerabilidad media, localmente baja, existiendo captaciones con riesgo de contaminación medio y alto. En el sector meridional se dejan sentir los efectos de la intrusión marina que afecta a los acuíferos carbonatados (Rodríguez y Febrillet, 2006) por efecto de las explotaciones subterráneas del sector de Santo Domingo.

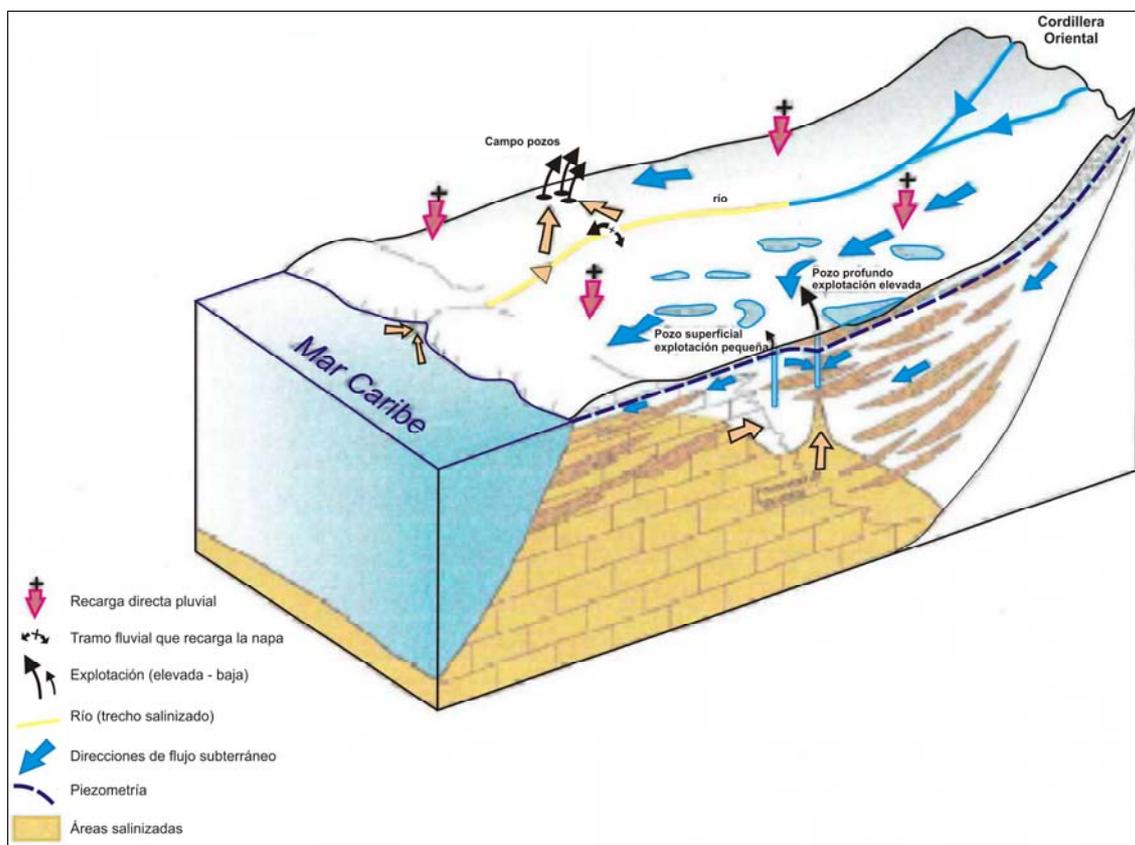


Fig. 7.2. Esquema hidrogeológico de la Llanura Costera del Caribe (Acuater, 2000)

7.2. Recursos minerales

Los indicios identificados en la Hoja de Villa Mella corresponden exclusivamente al grupo de las rocas Industriales (Fig. 7.3).

Fig. 7.3. Cuadro resumen de indicios de la Hoja de Villa Mella (6271-IV)

7.2.1. Rocas Industriales

La actividad extractiva se ha centrado en canteras de materiales relacionados con obras de distinto tipo, principalmente de tipo urbanístico y de infraestructura viaria, tanto en lo que se refiere a construcción, como reparación y mantenimiento.

De las 38 canteras inventariadas, tan sólo tres, de cierta entidad, se encuentran activas, explotando en todos los casos niveles de calizas de la Fm Yanigua, utilizados como áridos de machaqueo. Las restantes, emplazadas en calizas de las Fms. Yanigua y Los Haitises y en rocas ultrabásicas de la Peridotita de Loma Caribe, fueron

utilizadas igualmente como áridos de machaqueo. Son de dimensiones muy variables, encontrándose abandonadas o con un funcionamiento intermitente.

| NÚMERO | COORDENADAS | | FORMACIÓN | SUSTANCIA | ACTIVIDAD | TAMAÑO | UTILIZACIÓN |
|--------|-------------|-----------|--------------|--------------|------------|---------|-------------|
| | X | Y | | | | | |
| 1 | 03 94.923 | 20 63.115 | Río Verde | Serpentinita | Abandonada | Grande | Arm |
| 2 | 03 94.779 | 20 62.996 | Río Verde | Serpentinita | Abandonada | Grande | Arm |
| 3 | 03 95.545 | 20 62.607 | Río Verde | Serpentinita | Abandonada | Mediana | Arm |
| 4 | 03 95.857 | 20 62.297 | Río Verde | Serpentinita | Abandonada | Grande | Arm |
| 5 | 03 96.360 | 20 62.301 | Loma Caribe | Serpentinita | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 6 | 03 98.753 | 20 62.852 | Loma Caribe | Serpentinita | Abandonada | Grande | Arm |
| 7 | 04 10.910 | 20 61.196 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 8 | 04 11.918 | 20 61.154 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 9 | 04 15.357 | 20 60.443 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 10 | 04 17.045 | 20 58.530 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 11 | 04 17.395 | 20 56.334 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 12 | 04 01.081 | 20 50.280 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 13 | 04 06.901 | 20 52.929 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 14 | 04 06.267 | 20 52.408 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 15 | 04 06.384 | 20 52.395 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 16 | 04 10.283 | 20 52.551 | Yanigua | Caliza | Activa | Grande | Arm |
| 17 | 04 12.541 | 20 54.410 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 18 | 04 12.619 | 20 54.253 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 19 | 04 15.310 | 20 55.275 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 20 | 04 16.646 | 20 53.731 | Yanigua | Caliza | Activa | Mediana | Arm |
| 21 | 04 17.124 | 20 53.090 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 22 | 04 17.661 | 20 52.897 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 23 | 04 14.536 | 20 51.997 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 24 | 04 15.478 | 20 51.907 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 25 | 04 17.794 | 20 52.659 | Yanigua | Caliza | Activa | Grande | Arm |
| 26 | 04 17.328 | 20 52.052 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Grande | Arm |
| 27 | 04 17.904 | 20 51.900 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 28 | 04 15.650 | 20 51.555 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 29 | 04 16.847 | 20 49.785 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Grande | Arm |
| 30 | 04 17.119 | 20 49.537 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 31 | 04 16.343 | 20 51.900 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 32 | 04 17.837 | 20 47.940 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Grande | Arm |
| 33 | 04 17.602 | 20 47.313 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Grande | Arm |
| 34 | 04 20.015 | 20 47.799 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 35 | 04 20.451 | 20 47.803 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Pequeña | Arm |
| 36 | 04 20.306 | 20 47.558 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |
| 37 | 04 20.711 | 20 47.346 | Los Haitises | Caliza | Abandonada | Grande | Arm |
| 38 | 04 08.949 | 20 51.010 | Yanigua | Caliza | Abandonada | Mediana | Arm |

Arm: Áridos de machaqueo

Su acceso se efectúa a través de pistas de aceptable calidad, siendo la carretera Villa Mella-Monte Plata su vía de evacuación.

7.2.1.1. Descripción de las Sustancias

La mayor parte de las explotaciones se relacionan con calizas (32), ya sean arrecifales o brechoides, agrupadas en capas o en bancos, pertenecientes a las Fms. Yanigua y Los Haitises. Aunque su espesor es variable, en todos los casos sobrepasan 5 m.

Pese a poseer una superficie de afloramiento muy inferior, existe una notable concentración de canteras ubicadas en las peridotitas serpentinizadas de Loma Caribe (6). Poseen un aspecto masivo, en el que tan sólo la presencia de diques o estructuras tectónicas les confieren cierto aspecto de agrupaciones en bancos o grandes tramos. Son rocas de tonos azul oscuro con estampados blanquecinos.

7.2.2. Potencial minero

Como se ha señalado, la actividad en este sector está ligada al campo de las obras, fundamentalmente a la construcción, reparación y mantenimiento de construcciones diversas.

Los litotectos existentes en la Hoja poseen grandes reservas y son susceptibles de aprovechamiento futuro, especialmente por el dinamismo del sector meridional de la Hoja debido a su situación bajo el ámbito de influencia de Santo Domingo.

Además del aprovechamiento evidente que ofrecen los materiales señalados anteriormente como áridos de machaqueo, es preciso señalar la potencialidad que ofrecen los niveles de calizas de las Fms. Yanigua y, especialmente, Los Haitises, como roca ornamental.

8. LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO

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

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

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

8.1. Relación de los L.I.G.

Pese a que en la Hoja de Villa Mella no se han observado Lugares de Interés Geológico de extraordinaria calidad, se han inventariado dos que permiten observar las principales características de la Peridotita de Loma Caribe y de la Fm Yanigua: Serpentinitas de Las Tres Bocas y Sección de Guaricano, respectivamente (Fig. 8.1).

8.2. Descripción de los Lugares

Se describen los L.I.G. considerados, señalando el tipo de interés en función de su contenido (tectónico, estratigráfico, paleontológico...), de su posible utilización (científico, didáctico, económico o turístico), así como de su ámbito de influencia (local, regional, nacional o internacional).

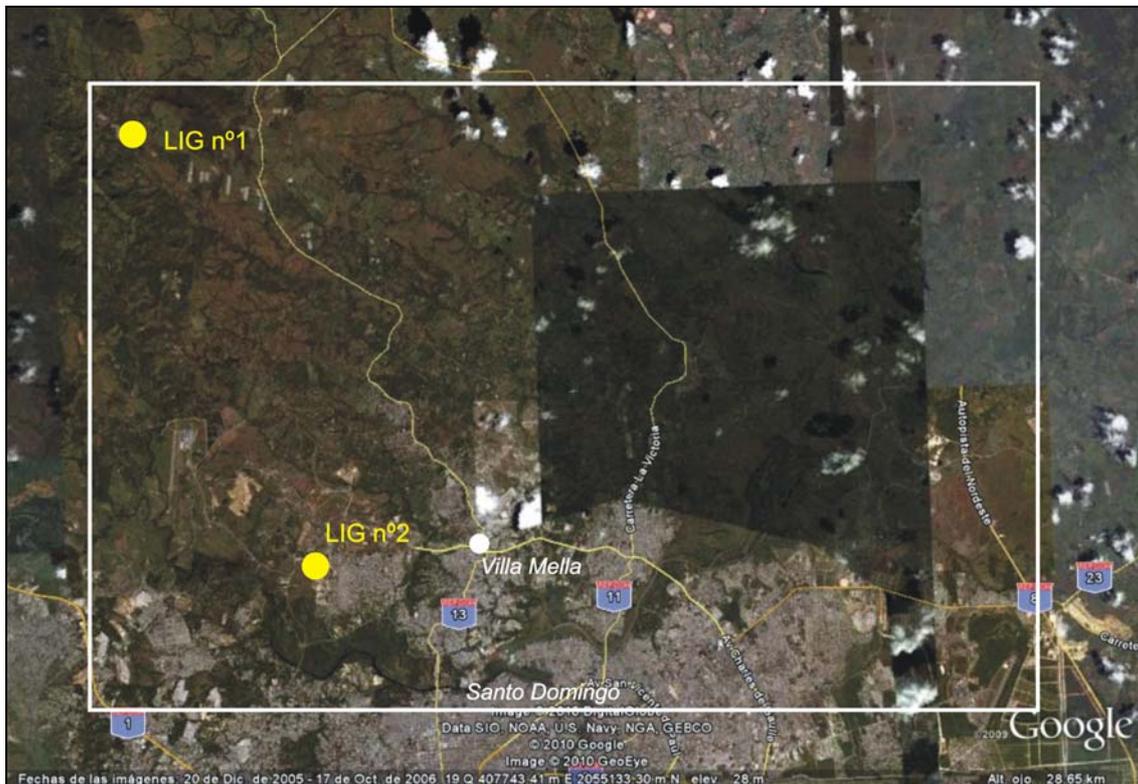


Fig. 8.1. Esquema de situación de los LIG de la Hoja de Villa Mella

- LIG n° 1. Serpentinitas de Las Tres Bocas

Permite la observación de uno de los conjuntos más característicos de La Española, ligado a la Zona de Falla del mismo nombre. Aunque en la región existen diversas canteras donde analizar las principales características petrológicas y estructurales de la Peridotita de Loma Caribe, algunas de ellas enclavadas en la Hoja vecina a escala 1:50.000 de Los Alcarrizos (6171-I), se ha seleccionado el presente punto por su representatividad y sus condiciones de afloramiento. Su contenido principal es de tipo petrológico, con un interés tectónico y minero subordinado; por su utilización, posee interés científico y económico, y por su ámbito de utilización, es regional.

El aspecto general es el de una roca de tonos oscuros y aspecto masivo, si bien los efectos de la tectónica y los diques intruidos le confieren cierta apariencia estructurada; en detalle muestra una coloración azul oscura con un estampado blanquecino producto de la serpentinización de las peridotitas originales. Aparece como una roca de grano muy fino y clara composición ultrabásica en la que apenas se reconocen algunos porfiroclastos pseudomorfos de olivino completamente reemplazados a un agregado de serpentinas. Es relativamente habitual encontrar cuerpos gabroideos como pequeños cumulos ígneos relictos y ocasionales cortejos de diques doleríticos y dioríticos, en algunos casos notablemente plegados.

- LIG nº 2. Sección de Guaricano

Se trata de diversos afloramientos de la Fm Yanigua existentes en una urbanización situada al noroeste de Guaricano, en los que se pueden apreciar sus principales rasgos composicionales y sedimentológicos. Debido a los escasos cortes de la formación en la región y a su fácil alterabilidad, es uno de los pocos puntos donde observar sus principales características. Su interés principal en base a su contenido es de tipo sedimentológico, en tanto que por su utilización es de tipo científico y por su ámbito de influencia, regional.

Está integrado por dos pequeños cortes a favor de taludes de desnivel inferior a 5 m. En ellos, la Fm Yanigua aparece como un conjunto esencialmente margoso de tonos marrones, ocres o amarillentos por alteración. Intercala niveles de orden decimétrico a métrico con arenas, acumulaciones de corales ramosos o moluscos. Se interpretan como el depósito en zonas internas de la plataforma pliocena, con llegada de avalanchas de terrígenos y acumulaciones de corales y moluscos cercanas a la costa.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ACUATER (2000).** Mapa Hidrogeológico Nacional. Planicie Costera Oriental, mapa nº 9/1/3 Escala 1:50 000. Programa SYSMIN, Proyecto J. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- AYALA, C., GARCÍA-LOBÓN, J.L., ESCUDER-VIRUETE, J., REY-MORAL, C., PÉREZ-ESTAÚN, A., PADÍN-DEBÉN, A. (in press).** High resolution magnetic, regional gravity and petrophysical characterization of the Central Cordillera (Dominican Republic). *Geologica Acta* (2010).
- BARRET, W. (1962).** Emerged and submerged shorelines of the Dominican Republic. *Rev. Geog., Inst. Panam. Geog. e Hist.*, 30, 51-77.
- BELLON, H., VILLA, J.M., MERCIER DE LEPINAY, B. (1985).** Chronologie K- Ar et affinités geoquimiques des manifestations magnétiques au crétacé et au paléogène dans L'île D'Hispaniola. *Geodynamique des Caraïbes*, Editions Technip., París, 329-340.
- BLOOMER, S.H., TAYLOR, B., McLEAD, C.J., STERN, R.J., FREYER, P., HAWKINS, J.W., JOHNSON, L., (1995).** Early arc volcanism and the ophiolitic problem: A perspective from drilling in the western Pacific. En: TAYLOR, B., NATLEND, J. (Eds.). *Active margins and marginal basins of the Western Pacific*. Geophysical Monograph, 88, 1-24.
- BOISSEAU, M. (1987).** Le flanc nord-est de la Cordillère Centrale Dominicaine (Española, Grandes Antillas): Un édifice de nappes Crétacé polyphase. Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, París, 200 pp.
- BOWIN, C. (1960).** Geology of central Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 211 pp.
- BOWIN, C. (1966).** Geology of the Central Dominican Republic. A case history of part of an island arc. En: HESS, H. (ed.). *Caribbean geological investigations*. Geological Society of America, 98, 11-84.
- BRAGA, J.C. (2010).** Informe sobre las Formaciones Arrecifales del Neógeno y Cuaternario de la República Dominicana. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto 1B. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 73 pp.

- BROUWER, S.B., BROUWER, P.A. (1982).** Geología de la región ambarífera oriental de la República Dominicana. 9ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana. Memorias, 1, 303-322.
- 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. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- DE LA FUENTE, S. (1976).** Geografía Dominicana. Ed. Colegial Quisqueyana S.A., Instituto Americano del Libro y Santiago de la Fuente sj; Santo Domingo, 272 pp.
- DE ZOETEN, R. (1988).** Structure and stratigraphy of the central Cordillera Septentrional, Dominican Republic. Tesis Doctoral, Universidad de Texas, Austin, 299 pp.
- DÍAZ DE NEIRA, J.A., HERNÁIZ HUERTA, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6272-I (Antón Sánchez) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- DÍAZ DE NEIRA, A., MARTÍN-SERRANO, A., ESCUER, J. (2007).** Evolución geomorfológica de la Cordillera Oriental Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 385-399.
- DIRECCIÓN GENERAL DE MINERÍA (DGM) (1988).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 nº 6171-I (Los Alcarrizos). Dirección General de Minería, Santo Domingo. (Inédito).
- Servicio Geológico Nacional (SGN), BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (BGR); COOPERACIÓN MINERA DOMINICO-ALEMANA (1991).** Mapa geológico de la República Dominicana Escala 1:250.000.
- DOLAN, J.F. (1988).** Paleogene sedimentary basin development in the eastern Greater Antilles; Three studies in active-margin sedimentology. Tesis Doctoral, Universidad de California, Santa Cruz, 235 pp.
- DRAPER, G., GUTIÉRREZ-ALONSO, G., (1997).** La estructura del Cinturón de Maimón en la isla de Hispaniola y sus implicaciones geodinámicas. Revista de la Sociedad Geológica de España, 10, 281-299.

- DRAPER, G., GUTIÉRREZ-ALONSO, G., LEWIS, J.F. (1995).** Thrust Deformation in the Maimón and Los Ranchos formations. Central Hispaniola: Evidence for early Cretaceous ophiolites emplacement. Transactions, 14th Caribbean Geological Conference, Puerto España, Trinidad Tobago.
- DRAPER, G., GUTIÉRREZ-ALONSO, G., LEWIS, J.F. (1996).** Thrust emplacement of the Española peridotite belt: Orogenic expression of the Mid Cretaceous Caribbean arc polarity reversal. *Geology*, 24 (12), 1143-1146.
- DRAPER, G., LEWIS, J.F. (1991).** Metamorphic belts in central Hispaniola. En: MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (Eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 29-46.
- EPTISA (2004).** Estudio hidrogeológico Nacional de la República Dominicana. Fase II Programa SYSMIN, Proyecto N. Servicio Geológico Nacional. Santo Domingo.
- ESCUDER VIRUETE, J (2010).** Informe sobre Geoquímica de rocas ígneas y metamórficas (Parte 2). Hojas de Jarabacoa, Manabao, La vega, Jánico y San José de Las Matas. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto 1B. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo, 75 pp.
- ESCUDER VIRUETE, J., CONTRERAS, F., JOUBERT, M., URIEN, P., STEIN, G., LOPERA, E., WEIS, D., ULLRICH, T., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2007).** La secuencia magmática Jurásico Superior-Cretácico Superior de la Cordillera Central, República Dominicana. *Boletín Geológico y Minero, IGME*, 118-2, 243-267.
- ESCUDER VIRUETE, J., JOUBERT, M., URIEN, P., FRIEDMAN, R., WEIS, D., ULLRICH, T., PÉREZ-ESTAÚN, A. (2008).** Caribbean island-arc rifting and back-arc basin development in the Late Cretaceous: Geochemical, isotopic and geochronological evidence from Central Hispaniola. *Lithos*, 104, 378-404.
- ESCUDER VIRUETE, J., PÉREZ-ESTAÚN, A., WEIS, D., FRIEDMAN, R. (2010).** Geochemical characteristics of the Río Verde Complex, Central Hispaniola: Implications for the paleotectonic reconstruction of the Lower Cretaceous Caribbean island-arc. *Lithos*, 114, 168-185.
- GABB, W. M. (1881).** On the topography and geology of Santo Domingo. *Am. Philos. Soc. Trans.*, n.s., XV, 49-259.

- GARCÍA-SENZ, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6372-III (Hato Mayor) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- GEISTER, J. (1982).** Pleistocene reef terraces and coral environments at Santo Domingo and near Boca Chica, southern coast of the Dominican Republic. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 689-703.
- GRIBBLE, R.F., STERN, R.J., NEWMAN, S., BLOOMER, S.H., O'HEARN, T. (1998).** Chemical and isotopic composition of lavas from the northern Mariana Trough: implications for magmagenesis in back-arc basins. *Journal of Petrology*, 39, 125–154.
- HERNAIZ, P.P. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-III (Monte Plata) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- HERNAIZ, P.P., DRAPER, G. (2000).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6172-II (Villa Altagracia) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto C. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- ITURRALDE, M. (2001).** Geology of the amber-bearing deposits of the Greater Antilles. *Caribbean Journal of Science*, 37, 3-4, 141-167.
- KERR, A. C., ANDREW, C., TARNEY, J. (1996).** The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En MAHONY, J.J., COFIN, M. (Eds.). AGU Monography on Large Igneous Provinces.
- KERR, A.C., TARNEY, J., KEMPTON, P.D., SPADEA, P., NIVIA, A., MARRINER, G.F., DUNCAN, R.A. (2002).** Pervasive mantle plume head heterogeneity: evidence from the late Cretaceous Caribbean–Colombian oceanic plateau. *Journal of Geophysical Research* 107 (B7), 10.1029/ 2001.
- KERR, A.C., TARNEY, J., MARRINER, J.G., NIVIA, A., SAUNDERS, A.D. (1997).** The Caribbean-Colombian Cretaceous Igneous Province: The Internal Anatomy of an Oceanic Plateau. En: MAHONY, J.J., COFIN, M. (Eds.). AGU Monography Large Igneous Provinces.

- KOSCHMANN, A.H., GORDON, M. (1950).** Geology and mineral resources of the Maimon Hatillo District, Dominican Republic. US Geological Survey Bulletin, 964.
- LEWIS, J.F. (1982).** Ultrabasic and associated rocks in Hispaniola. Transactions of the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic, 403-408.
- LEWIS, J.F., DRAPER, G., (1995).** Amphibolites and associated rocks of the Rio Verde Complex in the Median Belt, central Hispaniola: their petrologic, structural and tectonic significance in the emplacement of the Loma Caribe peridotite. Programme and Abstracts. 3rd Conference of the Geological Society of Trinidad & Tobago y 14th Caribbean Geological Conference, Port of Spain, 46 pp.
- LEWIS, J.F., ESCUDER VIRUETE, J., HERNAIZ, P.P., GUTIÉRREZ, G., 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. En: PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I, GARCÍA CORTÉS, A., HERNAIZ, P.P. (Eds.). Evolución geológica del margen Norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica, 37, 81-122.
- LISTER, G.S., SNOKE, A.W. (1984).** S-C Mylonites. J. Struct. Geol., 6, 617-638.
- MANN, P. (1983).** Cenozoic tectonics of the Caribbean structural and stratigraphic studies in Jamaica and Hispaniola. Tesis Doctoral. Universidad de Nueva York, Albany, 688 pp. (Inédito).
- MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F., Eds. (1991a).** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 401 pp.
- MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (1991b).** An overview of the geologic and tectonic development of Hispaniola. En: MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (Eds.). Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Geological Society of America Special Paper, 262, 1-28.
- MERCIER DE LEPINAY, B. (1987).** L'évolution géologique de la bordure Nord-Caraïbe: L'exemple de la transversale de l'île d'Hispaniola (Grandes Antilles). Tesis Doctoral, Universidad Pierre y Marie Curie, 378 pp. (Inédito).

- MONTGOMERY, H., PESSAGNO, E.A. (1999).** Cretaceous microfaunas of the Blue mountains, Jamaica, and of the Northern and Central Basement Complexes of Hispaniola. Caribbean. En: MANN, P. (ed.). Caribbean Basins. Sedimentary Basins of the World, 4 (10), 237-246.
- MONTHEL, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6372-III (El Valle) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., CAPDEVILLE, J. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-II (Bayaguana) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- MONTHEL, J., NICOL, N., FONDEUR, L., GENNA, A. (2004).** Mapa Geológico de la Hoja a E. 1:50.000 n° 6272-IV (Sabana Grande de Boyá) y Memoria correspondiente. Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana. Programa SYSMIN, Proyecto L. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.
- NAGLE, F. (1966).** Geology of the Puerto Plata area, Dominican Republic. Tesis Doctoral. Universidad de Princeton, Nueva Jersey, 171 pp. (Inédito).
- PEARCE, J.A., PEATE, D.W. (1995).** Tectonic implications of the composition of volcanic arc magmas. Earth and Planetary Science Annual Review 23, 251–285.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., HERNAIZ, P.P., LOPERA, E., JOUBERT, M., Eds. (2007).** Geología de la República Dominicana. Boletín Geológico y Minero, IGME, 118-2, 155-413.
- PÉREZ-ESTAÚN, A., TAVARES, I., GARCÍA CORTÉS, A., HERNAIZ, P.P., Eds. (2002).** Evolución geológica del margen norte de la Placa del Caribe, República Dominicana. Acta Geologica Hispanica, 37, 77-80.
- PLATT, J.P., VISSERS, R.L.M., (1980).** Extensional structures in anisotropic rocks. Journal of Structural Geology, 2, 397-410.
- PROINTEC (1999).** Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

- RÉVILLON, S., HALLOT, E., ARNDT, N., CHAUVEL, C., DUNCAN, R.A. (2000).** A Complex History for the Caribbean Plateau: Petrology, Geochemistry, and Geochronology of the Beata Ridge, South Hispaniola. *Journal of Geology*, 108, 641–661.
- RODRÍGUEZ, H., FEBRILLET, J.F. (1982).** Potencial hidrogeológico de la República Dominicana. *Boletín Geológico y Minero, IGME*, 117-1, 187-200.
- SCHUBERT, C., COWART, J.B. (1982).** Terrazas marinas del pleistoceno a lo largo de la costa suroriental de la Rep. Dominicana: cronología preliminar. 9ª Conferencia Geológica del Caribe (Santo Domingo, 1980), 2, 681-688.
- SEN, G., HICKEY-VARGAS, D.G., WAGGONER, F., MAURRASSE, F. (1988).** Geochemistry of basalts from the Dumisseau Formation. Southern Haiti: Implications for the origin of the Caribbean Sea crust. *Earth Planetary Science Letters*, 87, 423-437.
- SINTON, C.W., DUNCAN, R. A., STOREY, M., LEWIS, J., ESTRADA, J.J. (1998).** An oceanic flood basalt province within the Caribbean plate. *Earth and Planetary Science Letters*, 155, 221-235.
- SUN, S.S., McDONOUGH, W.F. (1989).** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle compositions and processes. En: SAUNDERS, A.D., NORRY, M.J. (Eds.). *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society Special Publication, 42, 313-345.
- TCHALENKO, J.S., (1968).** The evolution of kink-bands and the development of compression textures in sheared clays. *Tectonophysics*, 6, 159-174.
- THEYER, P., (1983).** An obducted ophiolite complex in the Cordillera Central of the Dominican Republic. *Geological Society American Bulletin*, 94, 1438-1441.
- VALLADARES, S., LÓPEZ, J.G., SÁNCHEZ, J., DOMÍNGUEZ, R., PROL, J., MARRERO, M., TENREYRO, R. (2006).** Evaluación preliminar del potencial de hidrocarburos de la República Dominicana. Centro de Investigaciones del Petróleo. 129 pp. (Inédito).
- VAUGHAN, T.W., COOKE, W., CONDIT, D.D., ROSS, C.P., WOODRING, W.P., CALKINS, F.C. (1921).** A Geological Reconaissance of the Dominican Republic. En: Editora de Santo Domingo. Colección de Cultura Dominicana de la Sociedad Dominicana de Bibliófilos, Santo Domingo, 18 (1983), 268 pp.

WINCHESTER, J.A., FLOYD, P.A., (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology*, 20, 325–343.