



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL
REPÚBLICA DOMINICANA

**MAPA GEOMORFOLÓGICO Y DE PROCESOS ACTIVOS
SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO
DE LA REPÚBLICA DOMINICANA**

ESCALA 1:100.000

**SABANETA DE YÁSICA
(6175)**

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 del Servicio Geológico Nacional (SGN), habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Ing. Alberto Díaz de Neira (IGME)

ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA Y ASESORÍA DURANTE LA ELABORACIÓN DE LOS TRABAJOS

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

SEDIMENTOLOGÍA Y LEVANTAMIENTOS DE COLUMNAS

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

TELEDETECCIÓN

- Ing. Juan Carlos Gumiel (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 (TYPESA) 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 de Ciencias de la Tierra Jaime Almera del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Barcelona, España)

SUPERVISIÓN TÉCNICA POR PARTE DEL Servicio Geológico Nacional (SGN)

- 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.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	6
1.1.	Metodología	6
1.2.	Situación geográfica	9
1.3.	Marco geológico.....	11
1.4.	Antecedentes	14
2.	DESCRIPCIÓN FISIOGRÁFICA.....	16
3.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	20
3.1.	Estudio morfoestructural	20
3.1.1.	Formas estructurales	20
3.2.	Estudio del modelado	22
3.2.1.	Formas gravitacionales	23
3.2.2.	Formas fluviales y de escorrentía superficial	24
3.2.3.	Formas lacustres y endorreicas	26
3.2.4.	Formas marinas-litorales.....	26
3.2.5.	Formas originadas por meteorización química	29
4.	FORMACIONES SUPERFICIALES.....	31
4.1.	Formaciones fluviales	31
4.1.1.	Gravas, arenas y lutitas. Llanura de inundación (a). Holoceno	31
4.1.2.	Lutitas, gravas y arenas. Cauce o meandro abandonado (b). Holoceno..	31
4.1.3.	Lutitas. Abanicos aluviales de baja pendiente (c). Holoceno.....	31
4.1.4.	Gravas, arenas y lutitas. Fondo de valle (d). Holoceno	32
4.2.	Formaciones lacustres-endorreicas.....	32
4.2.1.	Lutitas. Área pantanosa (e). Holoceno.....	32
4.2.2.	Lutitas. Laguna (f). Holoceno	32
4.3.	Formaciones marinas-litorales.....	33
4.3.1.	Calizas arrecifales. Construcciones biogénicas (g). Pleistoceno.....	33
4.3.2.	Lutitas. Llanura intermareal abandonada (h). Pleistoceno. Lutitas y arenas con vegetación abundante. Marisma baja (k). Holoceno.....	34
4.3.3.	Arenas. Cordón litoral degradado y dunas (i). Cordón litoral (j). Holoceno	35
4.4.	Formaciones originadas por meteorización química.....	36
4.4.1.	Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina, uvala o poljé (l). Pleistoceno-Holoceno	36
5.	EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA	38

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....	40
6.1. Actividad sísmica	41
6.1.1. Tsunamis.....	43
6.2. Tectónica activa	44
6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas	45
6.4. Actividad asociada a procesos de erosión.....	45
6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación	46
6.6. Actividad asociada a litologías especiales	46
7. BIBLIOGRAFÍA.....	48

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 24 Hojas Geomorfológicas y otras tantas de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, a escala 1:100.000, correspondientes a los siguientes cuadrantes a dicha escala (Fig. 1.1):

Zona Norte:

- La Vega (6073)
- San Francisco de Macorís (6173)
- Sánchez (6273)
- Samaná (6373)
- Santiago (6074)
- Salcedo (6174)
- Nagua (6274)
- La Isabela (5975)
- Puerto Plata (6075)
- Sabaneta de Yásica (6175)

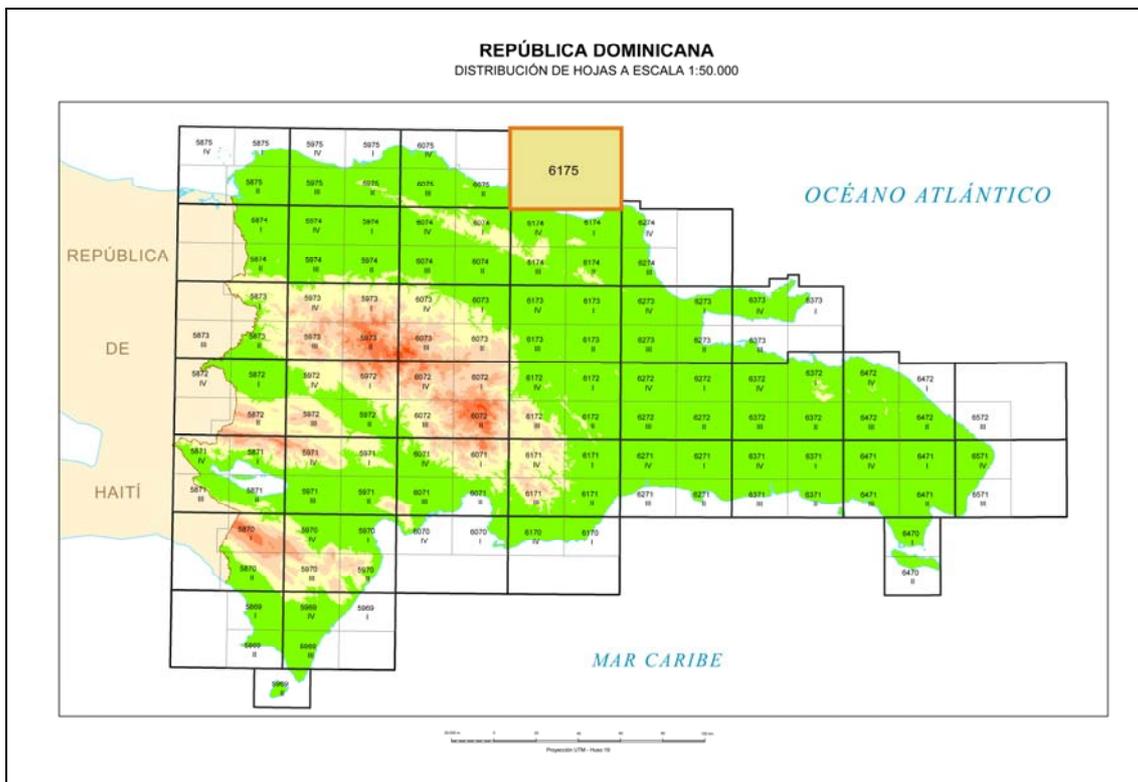


Fig.1.1. Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de Sabaneta de Yásica (6175)

Zona Sureste:

- La Granchorra (6470)
- Santo Domingo (6271)
- San Pedro de Macorís (6371)
- La Romana (6471)
- Juanillo (6571)
- Las Lisas (6472)
- Bávaro (6572)

Zona Sur:

- Sabana Buey (6070)
- Baní (6170)

Zona Suroeste:

- Isla Beata (5868)
- Cabo Rojo (5869)
- Enriquillo (5969)
- Pedernales (5870)

- Barahona (5970)

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; por ello, a lo largo de la presente Memoria son frecuentes las referencias a la Hoja de Salcedo (6174).

Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Sabaneta de Yásica se ha utilizado la cartografía geológica a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto, además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas a escala 1:40.000 del Proyecto MARENA, tomadas en los años 1983-84, y las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con numerosos recorridos de campo, siendo uno de los principales objetivos de los mismos la toma de datos que pudieran ser de utilidad para la realización de la Hoja a escala 1:100.000 de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico, derivada en buena medida de la cartografía geomorfológica.

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 (SGN) de la República Dominicana. Esta normativa, inspirada en el Modelo del Mapa Geológico Nacional de España a escala 1:50.000, 2ª serie (MAGNA), fue adaptada durante el desarrollo de los Proyectos K y L a la Guía para la elaboración del Mapa Geomorfológico de España a escala 1:50.000 (IGME, 2004) que incluye la correspondiente al Mapa de Procesos Activos, si bien en el presente trabajo se han adoptado ligeras modificaciones en función de la diferente escala de trabajo y de la cantidad de información existente.

La presente Memoria tiene carácter explicativo de los Mapas Geomorfológico y de Procesos Activos susceptibles de constituir Riesgo Geológico del cuadrante de Sabaneta de Yásica (6175). Tras la presente introducción, en la que se abordan la metodología seguida, la ubicación de la Hoja en los contextos regionales geográfico y geológico, y los antecedentes más relevantes, se detallan los siguientes aspectos:

- Descripción fisiográfica, en la que se señalan los rasgos físicos más destacables, como los accidentes geográficos (sierras, ríos, llanuras...), los parámetros climáticos generales y los principales rasgos socioeconómicos.

- Análisis morfológico, en el que se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo como tal la relación y explicación de las distintas formas de aquél, agrupadas en función del agente responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.
- Estudio de las formaciones superficiales, es decir, de las formas acompañadas de depósito, haciendo hincapié en su litología, espesor y cronología, agrupadas igualmente en función de su agente responsable.
- Evolución e historia geomorfológica, contemplando el desarrollo del relieve en función del tiempo, tratando de explicar su génesis y evolución.
- Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico, resultado de la potencial funcionalidad de diversos fenómenos geodinámicos, la mayoría testimoniados por diversas formas de la superficie terrestre.

Por otra parte, la memoria de la Hoja Geológica a escala 1:50.000 del presente cuadrante (Sabaneta de Yásica, 6175-III), incluye la mayor parte de la información contenida en el presente texto, distribuida entre sus capítulos correspondientes a Introducción (Descripción fisiográfica), Estratigrafía (Formaciones superficiales) y Geomorfolología (Análisis morfológico, Evolución e historia geomorfológica y Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico).

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de Sabaneta de Yásica (6175) se encuentra situada en el sector septentrional de la República Dominicana, ocupando el océano Atlántico la mayor parte de su cuadrícula. Su territorio emergido pertenece a la provincia de Puerto Plata (municipio de Sosúa), exceptuándose la superficie correspondiente a la margen derecha del río Yásica, al sureste, perteneciente a la provincia de Espaillat (municipios de Gaspar Hernández y Jamao al Norte). Forma parte de dos de los principales dominios morfoestructurales de La Española (Fig.1.2):

- Cordillera Septentrional. Es una alineación montañosa de dirección ESE-ONO que se extiende a lo largo de unos 200 km, entre Monte Cristi y Nagua. Incluye dominios de características netamente contrastadas, alcanzando su máxima altitud en el pico Diego de Ocampo (1.249 m). Debido al destacado carácter

tectónico de su límite meridional, la falla Septentrional, muestra una marcada asimetría, con una vertiente sur reducida, pero de elevadas pendientes, y una vertiente norte muy extensa, que presenta una pendiente regional baja.

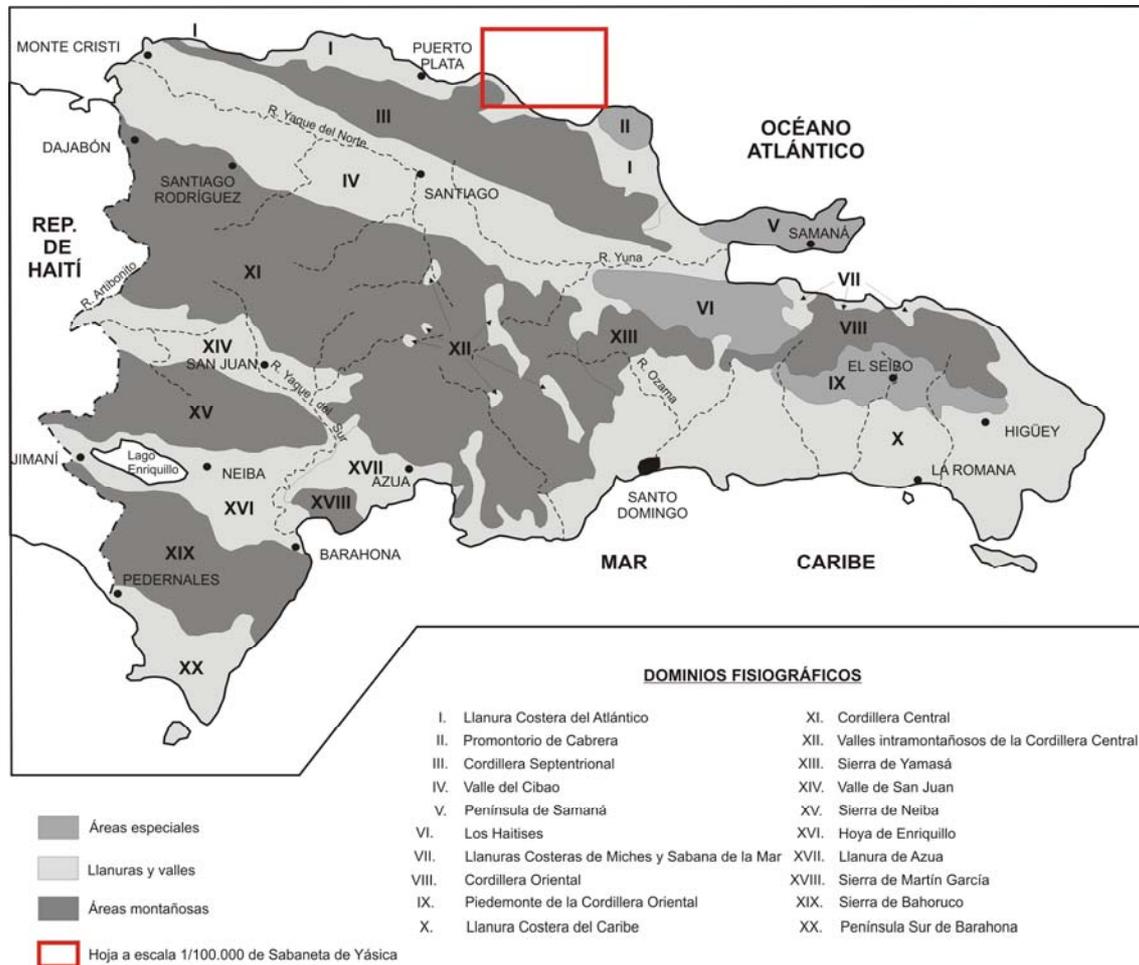


Fig.1.2. Dominios fisiográficos de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de Sabaneta de Yásica (De la Fuente, 1976, modificado)

La presente Hoja se sitúa en el sector centro-septentrional de la cordillera (Fig. 1.3), donde el macizo de El Choco constituye un dominio de fisonomía peculiar, derivado de la emersión y deformación de una plataforma carbonatada plio-pleistocena; su resultado es una superficie estructural, suavemente basculada hacia el norte y notablemente degradada por una intensísima acción kárstica. Sus elevaciones máximas, que sobrepasan 350 m, forman parte de los restos de dicha superficie. Debido a la naturaleza kárstica de estos relieves, los drenajes superficiales están restringidos a los bordes del macizo, donde aflora el sustrato margoso.



Fig.1.3. Modelo digital del terreno de la Cordillera Septentrional y la Llanura Costera del Atlántico

- Llanura Costera del Atlántico. Es una extensa, estrecha e irregular franja del litoral atlántico, localizada al norte de la Cordillera Septentrional. Posee una notable representación en la Hoja, apareciendo como una planicie cuya anchura varía entre 1 y más de 5 km. Excepto en su extremo noroccidental, configurado por pequeños acantilados, su litoral posee un marcado carácter de costa baja, con desarrollo de manglares, cordones litorales y playas; en su seno alberga extensas áreas pantanosas y lagunas.

1.3. Marco geológico

La Hoja de Sabaneta de Yásica refleja las características geológicas de los dos grandes dominios de los que forma parte, Cordillera Septentrional y Llanura Costera del Atlántico, si bien de forma muy parcial en el primer caso (Fig. 1.4). Su estructura geológica (Fig. 1.5) se basa en la presencia de la plataforma carbonatada plio-cuaternaria emergida constituyente del macizo de El Choco (subdominio de la Cordillera Septentrional), sin que afloren los materiales del basamento ígneo-metamórfico ni de su cobertera paleógeno-miocena, tan extensamente representados en el resto de la cordillera. Al norte y al este del macizo se dispone una estrecha franja de depósitos cuaternarios que constituyen la Llanura Costera del Atlántico.

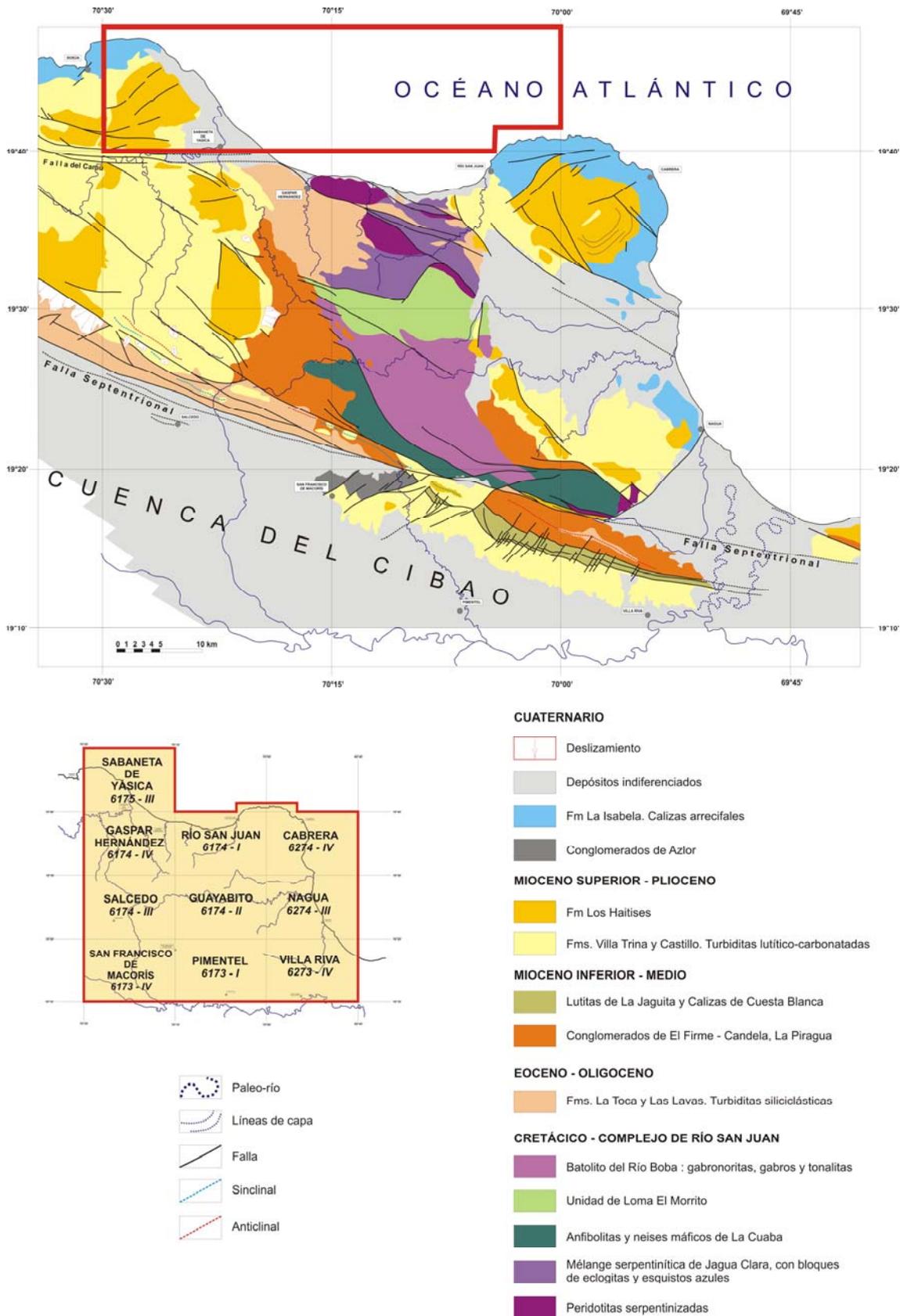


Fig.1.4. Esquema geológico del sector oriental de la Cordillera Septentrional

Globalmente, la **Cordillera Septentrional** presenta una notable complejidad derivada de una evolución ligada al régimen transpresivo provocado por la colisión oblicua entre

las placas Norteamericana y del Caribe. Sus materiales más antiguos corresponden a un basamento ígneo-metamórfico de edad cretácica, que presenta afinidades distintas según las zonas, lo que ha dado lugar a la diferenciación de tres bloques dentro de la cordillera: Altamira, La Toca y Puerto Plata (De Zoeten, 1988), separados por las fallas del Río Grande y del Camú, respectivamente. Sobre el sustrato ígneo-metamórfico se depositaron potentes sucesiones sedimentarias paleógeno-miocenas, entre las que adquirieron una notable representación las de naturaleza turbidítica.

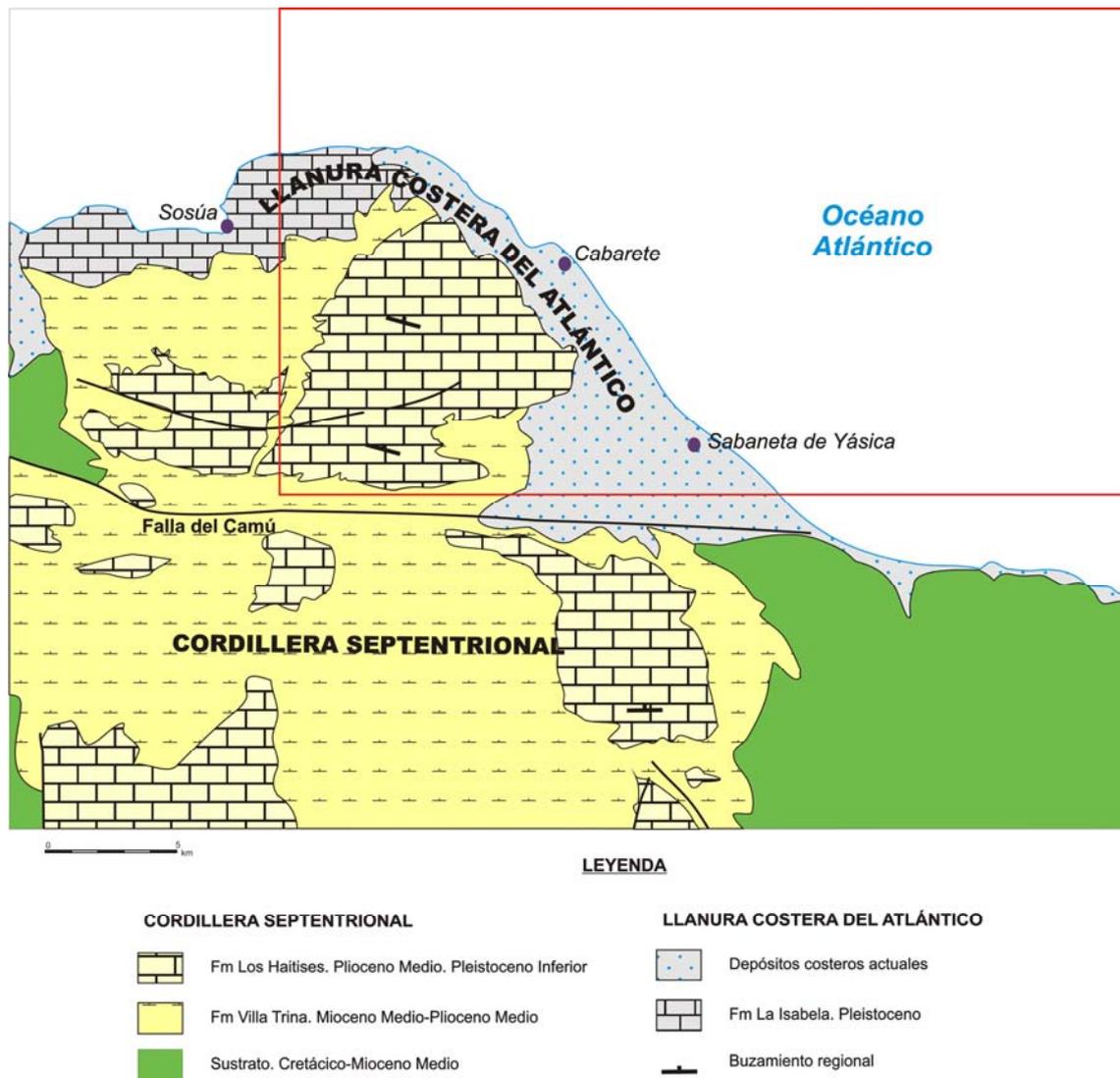


Fig.1.5. Esquema geológico de la Hoja de Sabaneta de Yásica y su entorno

A finales del Terciario, la cordillera se habría estructurado conforme al patrón reconocido actualmente, pero morfológicamente aún aparecería como un incipiente relieve positivo, a modo de archipiélago. Durante el Neógeno, la progresiva emersión de la región provocó el paso de ambientes de talud-cuenca (Fm Villa Trina), a ambientes de plataforma carbonatada (Fm Los Haitises) y finalmente, el retroceso

hacia el norte de los complejos arrecifales hasta su posición actual. Los restos de la plataforma carbonatada plio-cuaternaria se encuentran diseminados por la cordillera, configurando la estructura fundamental de la presente Hoja.

Los sedimentos cuaternarios están ampliamente distribuidos por la cordillera, destacando los extensos depósitos fluviales asociados a los principales ríos, los gravitacionales ligados a pronunciados desniveles y los kársticos asociados a los restos de las plataformas carbonatadas plio-cuaternarias.

Por lo que respecta a la **Llanura Costera del Atlántico**, está constituida por un variado conjunto de sedimentos, predominando los de carácter litoral, de entre los que destacan los cordones, las construcciones biogénicas, las marismas y las áreas pantanosas, si bien localmente pueden adquirir notable representación los de carácter fluvial y lacustre.

1.4. Antecedentes

Al igual que en el resto del territorio dominicano, son prácticamente inexistentes las referencias bibliográficas de índole geomorfológica que afectan a la Hoja de Sabaneta de Yásica, correspondiendo en todos los casos a alusiones marginales dentro de trabajos geográficos o geológicos.

Entre los trabajos pioneros destaca el reconocimiento geológico de la República Dominicana de Vaughan *et al.* (1921). La ingente cantidad de documentación aportada por Obiols y Perdomo (1966) con motivo de la elaboración de un atlas para la planificación del desarrollo integral de la República Dominicana, supuso la creación de una cartografía temática completa; dentro de ella, Guerra Peña realizó una división en provincias fisiográficas, incluyéndose la Hoja en su Cordillera Septentrional.

Sin duda, el trabajo de mayor interés desde un punto de vista geomorfológico es el libro *Geografía Dominicana* (De la Fuente, 1976), que además de aportar una ingente cantidad de datos geográficos e ilustraciones, realiza numerosas consideraciones de orden geomorfológico. Ante la proliferación de nombres referidos a dominios geográficos observada en la bibliografía y las discrepancias existentes a la hora de fijar los límites de algunos de ellos, en el presente trabajo se han seguido los criterios expresados en dicho libro; además, estos criterios coinciden plenamente con los seguidos por la tradición popular, si bien discrepan en algunos casos de los utilizados en trabajos geológicos recientes.

Entre éstos, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) consideran que la región se encuentra incluida en la zona Cordillera Septentrional-Península de Samaná. Desde un punto de vista geodinámico, de acuerdo con Mann *et al.* (1991) la Hoja queda encuadrada en el terreno de Puerto Plata-Pedro García-Río San Juan, que incluye el sector de la Cordillera Septentrional situado al norte de la falla del Río Grande.

Desde un punto de vista metodológico, cabe destacar las diversas Hojas a escala 1:100.000, tanto geomorfológicas como de procesos activos, realizadas durante los proyectos K y L del Programa SYSMIN (2004), si bien todas ellas se encuentran algo alejadas de la zona en cuestión.

Dentro de la escasez de trabajos puramente geomorfológicos en La Española, cabe señalar los diversos aspectos abordados en relación con el modelado kárstico de la región de Los Haitises por Díaz del Olmo y Cámara (2003), que guarda algunas similitudes con el de la Hoja de Sabaneta de Yásica.

Debido a la importancia de las formaciones arrecifales plio-cuaternarias en la Hoja, el trabajo de mayor interés para la elaboración de la misma ha sido 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 Sabaneta de Yásica.

2. DESCRIPCIÓN FISOGRÁFICA

La fisiografía de la Hoja a escala 1:100.000 de Sabaneta de Yásica queda definida por la presencia de la Cordillera Septentrional, cuyo perfil desciende hacia la Llanura Costera del Atlántico, al norte, de forma brusca en el sector oriental y progresiva en el occidental.

La **Cordillera Septentrional** es una alineación montañosa alargada en dirección ESE-ONO, entre Nagua y Monte Cristi, que con una longitud de unos 200 km y una anchura cercana a 40 km, discurre en paralelo al litoral atlántico, que la limita por el norte, en tanto que hacia el sur la falla Septentrional constituye su límite con el valle del Cibao. Aunque desde algunas perspectivas tiene una línea de horizonte bastante uniforme, en detalle su relieve presenta numerosas irregularidades, estando integrada por diversas alineaciones montañosas de orden menor.

El macizo de El Choco, principal dominio de la Hoja, corresponde a uno de estas alineaciones menores (Fig. 2.1). Su estructura está condicionada por la falla del Camú, que con una dirección E-O lo limita al sur, en la vecina Hoja a escala 1:100.000 de Salcedo (6174). Se trata de un desgarre sinistral con componente inverso, causante de la elevación del bloque septentrional de más de 200 m en relación al meridional, si bien el salto aparente sobrepasa los 300 m debido a la incisión producida por el río Yásica en el trazado de la falla.

Constituye un dominio muy peculiar, a modo de superficie estructural retocada por una intensísima acción de los procesos de karstificación. Sus máximas cotas coinciden con los restos de la superficie, constituidos por la cumbre de multitud de cerros o montículos (*hums* o haitises) entre los que se intercala una densa red de depresiones kársticas, configurando un espectacular relieve en “caja de huevos” (“*cockpits*”). Desde las altitudes superiores a 300 m del sector meridional, el macizo disminuye progresivamente de cota hacia el norte (Fig. 2.2), si bien el descenso no se produce de forma continua debido a la retirada episódica del mar en la zona (responsable de la presencia de los distintos niveles de terrazas) y a la densa red de fracturación existente, condicionante a su vez de las depresiones kársticas. En cualquier caso, el paso a la llanura costera se efectúa de forma progresiva en el sector de Bombita, a diferencia del sector Cabarete-Sabaneta de Yásica, donde posee un carácter más abrupto.

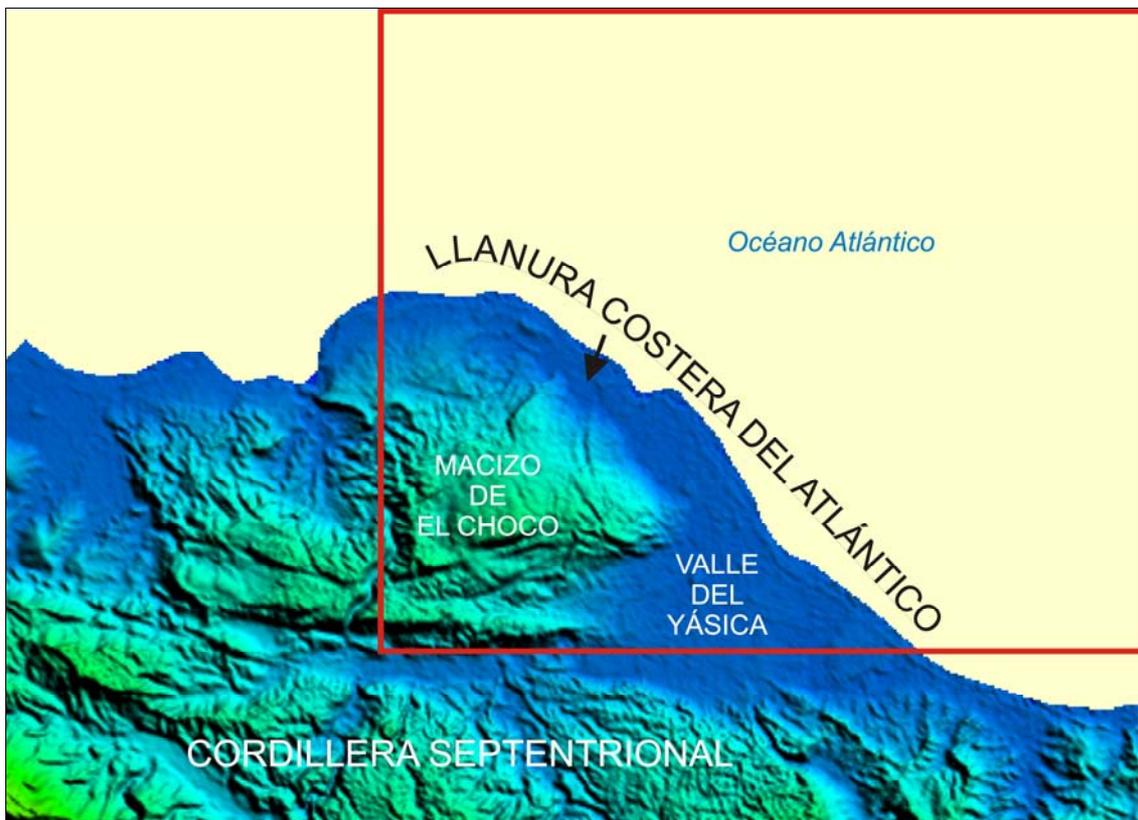


Fig. 2.1. Modelo digital del terreno de la Hoja de Sabaneta de Yásica

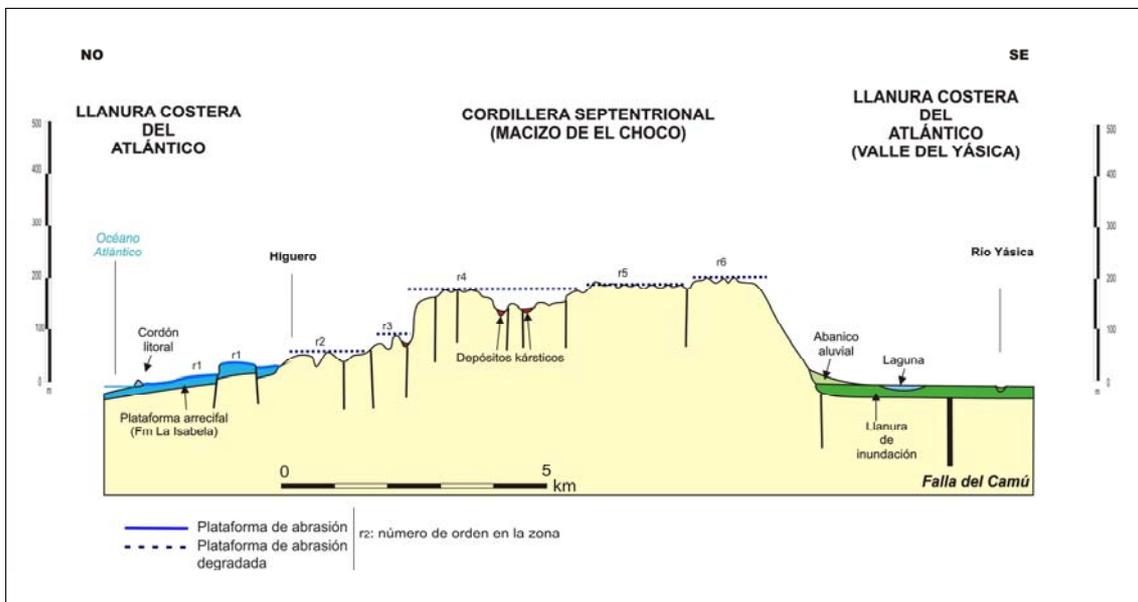


Fig. 2.2. Perfil esquemático de la Hoja de Sabaneta de Yásica

El modelado kárstico del macizo explica la escasez de drenajes superficiales, desarrollados exclusivamente en su periferia, donde aflora el sustrato margoso, destacando únicamente el río La Catalina y la cañada Arroyo Seco.

La **Llanura Costera del Atlántico** es una franja discontinua e irregular que bordea la Cordillera Septentrional por el norte. Además de un variado conjunto de depósitos litorales, alberga numerosas áreas pantanosas. En la zona de estudio se dispone a cotas inferiores a 100 m y en la mayoría de los casos, a 20 m. Posee un marcado carácter de costa baja, con escasos acantilados, que en ningún caso sobrepasan los 6 m de desnivel.

Dentro de la llanura puede individualizarse el dominio del valle del Yásica, sometido a la dinámica fluvial de éste, que en su curso bajo posee una amplia llanura aluvial donde el cauce muestra un evidente carácter divagante, con frecuentes modificaciones de su curso y el consiguiente abandono de meandros que pasan a configurarse como lagunas.

Los principales rasgos geomorfológicos de la Hoja son: la degradación de la superficie estructural original del macizo por meteorización química; la morfología debida a la dinámica fluvial del río Yásica; los aterrazamientos marinos del macizo y del sector occidental de la llanura costera, derivados de la tendencia regresiva durante el Cuaternario; y la progresiva ganancia de terreno al mar mediante el desarrollo de cordones litorales, que aíslan lagunas costeras posteriormente convertidas en áreas pantanosas, siendo finalmente colmatadas.

La naturaleza calcárea del macizo y la elevada pluviometría de la región, entre otros factores, se traducen condicionan la dinámica kárstica y el desarrollo de la red de drenaje. Su principal elemento, el río Yásica, posee una dirección E-O condicionada por la falla del Camú, excepto en su curso más bajo, donde se desvía hacia el norte y adquiere el carácter divagante aludido.

La región posee un típico clima tropical (De la Fuente, 1976), suavizado por su carácter insular, con temperaturas medias de 24-26° C y precipitaciones de 1.800-2.000 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. En cuanto a la evapotranspiración potencial, sus valores varían entre 1.500 y 1.600 mm/año.

La vegetación es de tipo húmedo subtropical, variando notablemente según los dominios. Así, el macizo se caracteriza por una exuberante vegetación de tipo húmedo subtropical, que contrasta con los extensos pastos y cultivos de la llanura costera.

Su población está muy desigualmente repartida, concentrándose principalmente a lo largo de la llanura costera, donde se encuentran los núcleos de población más destacados: Sabaneta de Yásica y Cabarete, constituyendo éste uno de los principales centros turísticos de la costa norte dominicana. Por el contrario, el macizo de El Choco posee un bajo nivel de ocupación, con zonas prácticamente deshabitadas. La actividad de la población se reparte entre los servicios, principalmente relacionados con el turismo, y la agricultura y la ganadería.

La red de comunicaciones es buena en la llanura costera, donde destaca la presencia de las carreteras Nagua-Puerto Plata y Sabaneta de Yásica-Moca, contrastando nuevamente con la precariedad del macizo, donde la red queda restringida a una serie de pistas, caminos y sendas, existiendo numerosas zonas de difícil acceso.

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En el presente capítulo se trata el relieve desde un punto de vista puramente estático, entendiendo por tal la explicación de la disposición actual de las distintas formas, pero buscando al mismo tiempo su origen (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), será el objeto del capítulo 4.

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.

3.1. Estudio morfoestructural

El relieve de la zona está condicionado en gran medida por la naturaleza y la disposición de los materiales que la conforman. El techo de los materiales sedimentarios plio-pleistocenos constituyentes del macizo de El Choco, configuran una superficie estructural afectada posteriormente por un escalonamiento ligado al retroceso marino y por una fracturación cuyos efectos son la creación y desnivelación de bloques.

En cuanto a la llanura costera, el extenso conjunto sedimentario aflorante oculta totalmente las estructuras del sustrato.

3.1.1. Formas estructurales

Se encuentran concentradas exclusivamente en el ámbito del macizo y sus bordes, constituyendo el condicionante fundamental de su morfoestructura, retocada por otros procesos morfogenéticos.

La densa red de fracturación tiene una clara expresión morfológica en la distribución de los relieves (Foto 3.1) y en la orientación de las formas de disolución kársticas. Las *fallas con expresión morfológica* se agrupan principalmente en torno a la familia de dirección NE-SO, que adquiere una densidad notable y condiciona la orientación de las elevaciones menores. También cabe destacar en el sector meridional las de

orientación E-O, paralelas a la falla del Camú, y en el sector nororiental, las de dirección NO-SE, relacionadas con el límite con la llanura litoral. Corresponden a desgarres con componente vertical cuya longitud puede superar 8 km. Pese a situarse inmediatamente al sur de la Hoja, merece mención especial la falla del Camú (Foto 3.2), falla de desgarré (o de salto en dirección) sinistral que limita el macizo de El Choco, siendo el principal condicionante de su estructura y de la orientación del curso del río Yásica. En ocasiones, las fallas se encuentran bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos o bien algún rasgo morfológico parece estar condicionado por una falla sin que se tenga la total certeza de su existencia, habiéndose representado en ambos casos como *fallas supuestas*. En relación con la tectónica, también se han observado deformaciones puntuales denunciadas por niveles con *buzamiento*, moderado en todos los casos.



Foto. 3.1. Bloques desnivelados por acción de fallas en el macizo de El Choco

Pese a la elevada velocidad con que la meteorización elimina o enmascara algunas formas, existen pronunciados desniveles que se interpretan en relación con la acción de fallas, como los *escarpes de falla*, abundantes en el sector meridional y frecuentemente *degradados*.



Foto. 3.2. Clara expresión morfológica producida por la falla del Camú, por elevación del bloque septentrional, correspondiente al macizo de El Choco (tomada en la Hoja a escala 1/50.000 de Gaspar Hernández (6174-IV)

Menos frecuentes son las morfologías condicionadas por la distinta resistencia ofrecida por los materiales aflorantes a la erosión o litoestructurales, consistentes en resaltes de *líneas de capa monoclinales* acompañados por *escarpes*; son debidos al contraste entre las margas de la Fm Villa Trina, fácilmente erosionables, y los resistentes niveles de calizas intercalados en ella o constituyentes de la Fm Los Haitises. Los niveles superiores de ésta configuran una *extensa superficie estructural degradada* (Foto 3.3), sobre la que se observa un *basculamiento* general hacia el norte.

3.2. Estudio del modelado

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Septentrional y la Llanura Costera del Atlántico, tiene como resultado una expresión sensiblemente diferente. Así, el modelado de la cordillera es el producto de una evolución presidida por los procesos sedimentarios y tectónicos acaecidos a lo largo del periodo Neógeno-Cuaternario, generadores de relieves positivos, sobre los que

han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o al modelado de dichos relieves, destacando los de carácter kárstico, marino-litoral y, en la periferia, fluvial.



Foto. 3.3. Superficie estructural degradada a techo de la Fm Los Haitises en el macizo de El Choco, desde la Llanura Costera del Atlántico

Por lo que respecta a la Llanura Costera del Atlántico, son los procesos marino-litorales los condicionantes fundamentales de su aspecto actual, excepto en el valle del Yásica donde domina la dinámica fluvial, sin olvidar la participación de los procesos lacustres-endorreicos.

Además de los anteriores, también han participado en mayor o menor medida en la construcción del relieve actual los procesos de laderas y poligénicos.

3.2.1. Formas gravitacionales

Pese a los desniveles existentes en el ámbito del macizo y especialmente, de sus bordes, se trata de formas muy escasas, en buena parte como consecuencia de la propia dinámica de retroceso de las vertientes, que provoca su permanente evolución.

También contribuyen a su baja representatividad sus reducidas dimensiones, que con frecuencia han imposibilitado su representación cartográfica. Aunque se han reconocido coluviones, desprendimientos y deslizamientos, tan sólo se ha diferenciado la *cicatriz* de uno de éstos, cuya masa deslizada se encuentra en la vecina Hoja a escala 1:100.000 de Salcedo (6174). En cualquier caso, es en esta vertiente septentrional del río Yásica el único lugar donde los fenómenos de ladera adquieren cierto interés.

3.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Están prácticamente ausentes en el macizo de El Choco, pero poseen una amplia representación en el sector occidental y en el valle del Yásica, siendo en éste donde muestran una mayor variedad de formas.

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 el del río Yásica, que además posee una extensa *llanura de inundación*, de más de 3 km de anchura (Foto 3.4), si bien no posee terrazas en la zona, formas que se han reconocido algunos kilómetros aguas arriba; durante las épocas de crecidas importantes, su aspecto varía drásticamente, quedando toda la llanura anegada y determinando la geometría del cauce, considerando como tal el conjunto de la llanura de inundación y el fondo de valle o canal, en tanto que en las épocas de estiaje se observan barras de gravas de dimensiones decamétricas. Dentro de la llanura de inundación se reconocen numerosos *cauces* y *meandros abandonados*, que denotan una continua deriva aleatoria del cauce, si bien a mayor escala temporal se aprecia un desplazamiento de la desembocadura del río hacia el noroeste.

Menor representación poseen los *abanicos aluviales de baja pendiente*, restringidos a dos aparatos coalescentes dispuestos sobre la llanura de inundación del Yásica al este de La Catalina. Su depósito se produce en la confluencia de sendas vías de drenaje con la llanura costera, donde la carga transportada por aquéllos pierde su confinamiento, expandiéndose. Alcanzan una longitud de hasta 2 km con respecto al ápice.

Entre las formas erosivas se han reconocido: *incisión lineal*, representada principalmente en los sectores meridional y occidental, habiéndose desarrollado en éste áreas acarcavadas a favor de los niveles de margas de la Fm Villa Trina; la

entidad de los elementos de la red fluvial varía notablemente, destacando el *canal principal* del río Yásica. Entre los integrantes de la red de incisión se han formado *aristas*, muy concentradas en el sector occidental. El catálogo de las formas erosivas de carácter fluvial se completa con la *erosión lateral del cauce*, que afecta a los meandros del río Yásica.



Foto. 3.4. Extensa llanura de inundación del río Yásica, incidida por su fondo de valle

La litología es el principal condicionante de la geometría de la red de drenaje, prácticamente ausente en los afloramientos de las Fms. Los Haitises y La Isabela, concentrándose en los afloramientos de la Fm Villa Trina. La estructura aparece como un condicionante secundario, excepto en el caso del río Yásica, que penetra en la Hoja con una orientación claramente marcada por la falla del Camú. Por el contrario, los principales arroyos del sector occidental evidencian un carácter consecuente, discurriendo a favor de la pendiente regional. La geometría de la red de drenaje es de tipo dendrítico.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la red fluvial deben tenerse en cuenta: la influencia de la actividad de la falla del Camú; las posibles modificaciones eustáticas del nivel de base; el retroceso de las vertientes; la erosión

remontante y las eventuales capturas derivadas de ella; y el avance de la disolución kárstica en el macizo calcáreo de El Choco.

3.2.3. Formas lacustres y endorreicas

Se trata de lagunas y áreas pantanosas cuya principal representación se encuentra en la Llanura Costera del Atlántico. Por su extensión destacan las *áreas pantanosas* o ciénagas, destacando la de La Goleta, con una longitud de 7 km y una anchura media de 1 km. Constituye el resultado de la desecación parcial de una antigua laguna costera, de la cual se conserva exclusivamente la actual laguna de Cabarete, de 1 km de eje mayor; ésta posee carácter *permanente*, a diferencia de las lagunas del Higuero y de José Inglés, de carácter *estacional* y dimensiones de orden hectométrico.

Menor interés poseen las pequeñas lagunas generadas sobre los depósitos de descalcificación del macizo de El Choco, de dimensiones de orden decamétrico a hectométrico.

Por otra parte, en el borde noroccidental del macizo se han observado ojos de agua o surgencias (Foto 3.5), sin representación cartográfica, correspondientes a descargas de agua de su acuífero carbonatado.

3.2.4. Formas marinas-litorales

Aunque sus principales manifestaciones corresponden a los extensos depósitos distribuidos a lo largo de la Llanura Costera del Atlántico, también se encuentran representadas en el macizo de El Choco, donde corresponden a formas erosivas.

La forma más determinante de la fisonomía costera es el *cordón litoral* que se extiende a lo largo de la práctica totalidad de la costa (Foto 3.6), en respuesta a la *dirección del viento dominante*. En su frente se instalan playas arenosas, de entre las que destaca por sus dimensiones la de Cabarete, excepto en el extremo noroccidental, donde el cordón se dispone sobre las *construcciones biogénicas* de La Fm La Isabela. Ésta configura pequeños *acantilados*, de altura inferior a 6 m, aunque también intercala pequeñas playas.

Hacia el interior, el cordón actual pasa a un *cordón litoral degradado*, en el que la fotografía aérea permite reconocer sus *líneas de crecimiento*. Hacia el noroeste, este antiguo cordón incluye grandes *dunas*, destacando la de Cabo Macorís, con una

cresta dunar de más de 3 km de eje mayor y una orientación paralela a la línea de costa.



Foto. 3.5. Ojos de agua o surgencias en el borde del macizo de El Choco, junto a la entrada al Parque Nacional del mismo nombre



Foto. 3.6. Cordón litoral en cuyo frente se ha desarrollado una playa, en El Encuentro

En el sector suroriental adquieren una amplia representación las marismas, áreas sometidas a la acción de las mareas. Las funcionales actualmente corresponden a *marismas bajas* o zonas afectadas por las mareas diarias, coincidentes con el *manglar* (Foto 3.7); su principal manifestación se encuentra en la Boca del Caño. Como consecuencia de la tendencia ascendente de La Española, estas marismas se liberan progresivamente de la acción del mar hasta transformarse en *llanuras intermareales abandonadas*, que aparecen como zonas extraordinariamente planas de la llanura costera.



Foto. 3.7. Manglar flanqueando la Boca del Caño

El principal reflejo del ascenso insular son las *plataformas de abrasión* elevadas (terrazas marinas) que se reconocen en la mitad occidental con disposición escalonada de SE a NO. Se han reconocido seis plataformas a cotas de +20 m, +60 m, +110 m, +180 m, +200 m y +220 m (Fig. 3.1), de las que las cinco superiores, desarrolladas sobre las Fms. Los Haitises y Villa Trina, se encuentran *degradadas*; la inferior, generada sobre la Fm La Isabela, aparece como una planicie salpicada por otras formas posteriores (dunas, lagunas, cordones) y afectada por la fracturación. Generalmente, los niveles superiores están delimitados por *acantilados fósiles*, más o menos degradados, que aparecen como escarpes verticalizados de orden

decamétrico. El más pronunciado es el que limita el macizo al noreste y sureste, pero posiblemente se encuentre muy retocado por la fracturación.

ESTIMACIONES DE EDADES Y TASAS DE ELEVACIÓN EN EL MACIZO DE EL CHOCO (Basado en datos de Braga, 2010)					
PLATAFORMAS DE ABRASIÓN	UNIDAD CARTOGRÁFICA	COTA (m)	TASA DE ELEVACIÓN (1) (mm/a)	DATACIÓN (ka)	EDAD
r ₁	g	+20	0,16	121+9	PLEISTOCENO SUPERIOR
r ₂	-	+60	0,16	400	PLEISTOCENO MEDIO
r ₃	-	+110	0,16	780	
r ₄	-	+180	0,16	1100	PLEISTOCENO INFERIOR
r ₅	-	+200	0,16	1200	
r ₆	-	+220	0,16	1300	

126 ka

781 ka

1806 ka

121: datación absoluta en Cabo Francés Viejo, corregida y correlacionada con la Llanura Costera del Caribe

400: datación estimada en base a la tasa de elevación y a la curva de Estadios Isotópicos (MIS)

(1) Tasas calculadas en base a la atribución temporal de r1(Fm La Isabela)

Fig. 3.1. Estimación de tasa de elevación y edad de las plataformas de abrasión del Macizo de El Choco

Probablemente, estos niveles se correspondan con algunos de los 11 niveles de plataformas de abrasión reconocidos en el Promontorio de Cabrera (Hojas a escala 1:100.000 de Salcedo, 6174, y Nagua, 6274), si bien tal correlación no ha podido establecerse debido al muy inferior grado de conservación en la presente Hoja como consecuencia de la intensa fracturación y karstificación que las ha afectado.

3.2.5. Formas originadas por meteorización química

Poseen una gran representación en el macizo de El Choco, donde se desarrollan sobre las calizas de la Fm Los Haitises, que configuran un *área con intensa karstificación*. Su forma más espectacular es el *campo de dolinas* que confiere su fisonomía característica a la región. Además de las *dolinas* individualizadas (Foto 3.8), la confluencia de varias ha generado *uvalas* y *poljés*, en este caso probablemente también con influencia tectónica.



Foto. 3.8. Área deprimida en el macizo de El Choco, correspondiente a una dolina



Foto. 3.8. Lapiaz de escala centimétrica desarrollado en las calizas de la Fm Los Haitises

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales todas aquellas formas con depósito, consolidado o no, relacionadas con el modelado del relieve actual. Su principal característica es su cartografiabilidad, definiéndose por una serie de atributos como geometría, tamaño, génesis, litología, textura, potencia y cronología; los tres primeros han sido tratados en el estudio del modelado, abordándose a continuación los aspectos relacionados con litología, textura, potencia y cronología, si bien ésta tiene carácter tentativo ante la total ausencia de evidencias que permitan la datación precisa de alguna de las formaciones.

4.1. Formaciones fluviales

4.1.1. Gravas, arenas y lutitas. Llanura de inundación (a). Holoceno

Su principal manifestación se relaciona con la dinámica del río Yásica, correspondiendo a una banda de anchura de orden kilométrico constituida por gravas polimícticas y arenas, con intercalación de niveles lutíticos, en la que se encaja el fondo de valle. Entre las gravas predominan los constituyentes calcáreos y, en menor medida, areniscosos, con diámetros comprendidos entre 10 y 15 cm.

Su espesor es difícil de determinar al no observarse el sustrato, pero debe sobrepasa 5 m en el caso del Yásica. Por su dinámica actual se incluyen en el Holoceno.

4.1.2. Lutitas, gravas y arenas. Cauce o meandro abandonado (b). Holoceno

Se distribuyen por la llanura de inundación del río Yásica, constituyendo formas alargadas y curvadas de longitud hectométrica a kilométrica. Su composición es muy similar a la de la llanura de inundación por la que circulaban, observándose una mayor proporción de finos. Su espesor se cifra en 2-3 m. Se asignan al Holoceno por su relación con la llanura de inundación.

4.1.3. Lutitas. Abanicos aluviales de baja pendiente (c). Holoceno

Aparecen exclusivamente al este de La Catalina, sin que existan cortes de calidad que permitan su descripción detallada. No obstante, en su composición se constata el predominio de los constituyentes lutíticos, probablemente derivados de la erosión de la

Fm Villa Trina. De su geometría se deduce un espesor promedio cercano a 10 m. Por su disposición sobre la llanura de inundación se asignan al Holoceno.

4.1.4. Gravas, arenas y lutitas. Fondo de valle (d). Holoceno

Los fondos de valle están constituidos por gravas y arenas de composición calcárea principalmente, al nutrirse de materiales pliocenos del macizo; puntualmente pueden presentar un predominio lutítico por transitar por zonas de sustrato margoso, hecho más frecuente en los cursos fluviales del sector occidental y del ámbito de La Catalina; en el caso del río Yásica, también se observan cantos de composición areniscosa debido al aporte de los afloramientos paleógeno-miocenos en sectores sudoccidentales.

Las gravas contienen cantos redondeados de 10-20 cm, que en ocasiones pueden sobrepasar 50 cm. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste varía en función del curso fluvial en cuestión, pudiendo alcanzar 5 m. Por su actividad actual se asignan al Holoceno.

4.2. Formaciones lacustres-endorreicas

4.2.1. Lutitas. Área pantanosa (e). Holoceno

Aparecen considerablemente representadas en la franja litoral. Se trata del depósito de áreas de tendencias endorreicas y encharcamientos frecuentes, con un cierto contenido vegetal, constituido por lutitas oscuras. Su espesor no ha sido determinado, aunque probablemente se acerque a 2-3 m. Por su relación dinámica actual se enmarcan en el Holoceno.

4.2.2. Lutitas. Laguna (f). Holoceno

Aunque se encuentran diseminadas por toda la zona, sus elementos más relevantes se encuentran en la llanura costera. Se trata de depósitos integrados por lutitas oscuras, cuyo espesor no ha sido determinado, aunque debe aproximarse a 2-3 m. Se asignan al Holoceno por su carácter actual.

4.3. Formaciones marinas-litorales

4.3.1. Calizas arrecifales. Construcciones biogénicas (g). Pleistoceno

Afloran extensamente en el sector noroccidental, donde configuran una notable planicie que asciende imperceptiblemente desde los acantilados costeros hasta el borde del macizo de El Choco. Forman parte del discontinuo cinturón arrecifal emergido que orla La Española, pudiendo correlacionarse con los materiales similares que Marcano y Tavares (1982) definieron como Fm La Isabela en las proximidades de esta localidad.

La unidad presenta una excelente calidad de afloramiento en la cantera localizada al oeste de La Atravesada, en la que se observa la evolución vertical desde facies de talud arrecifal medio hasta facies correspondientes al armazón arrecifal. Las primeras están integradas por fragmentos coralinos entre los que se intercala una matriz margosa, en tanto que las segundas están constituidas por calizas coralinas. Entre ambos conjuntos se observa una superficie erosiva marcada por arcillas rojas que reflejan procesos de karstificación y consiguientemente, un periodo de emersión (Foto 4.1). No ha podido observarse en punto alguno el espesor de la unidad, que en cualquier caso sobrepasa 20 m.

Estas facies representan los restos conservados *in situ* de arrecifes de coral, muy semejantes, tanto en componentes como en la zonación de la composición, a los arrecifes actuales del Caribe (Fig. 4.1).

Al microscopio, las masas no coralinas aparecen como *packstones* bioclásticos, con una proporción moderada de aloquímicos (30-40%), constituidos exclusivamente por fósiles (biomicritas), con un contenido de matriz moderadamente alto (50-60%), muy superior en cualquier caso al de cemento (5-10%).

Su constituyente fundamental son Corales (Foto 4.2), incluyendo también Moluscos, Algas rojas, Foraminíferos y Equinodermos, que no han permitido precisar la edad de la unidad. No obstante, una datación realizada en el laboratorio de radiometría de la "School of Earth Sciences", de la Universidad de Melbourne, sobre una muestra de *Acropora palmata* tomada en Cabo Francés Viejo (Hoja a escala 1:100.000 de Nagua, 6274), concretamente en la terraza inferior, situada a unos +20 m, indica una edad de 134.393 ± 1.060 a. Por motivos geoquímicos, parece probable que la edad obtenida sea algo más antigua que la real (Braga, 2010), por lo que cabe suponer que dicha

terrazza (la más joven de la zona), se formó en el MIS 5e, lo que sugiere su correlación con la terraza más joven de la Llanura Costera del Caribe, depositada igualmente en el MIS 5e y cuya edad ha sido precisada en 121 ± 9 ka (Schubert y Cowart, 1982). Ya que la presente unidad constituye la terraza más joven de la zona y se localiza a una altitud semejante a la de Cabo Francés Viejo, parece probable su sincronía, razón por la que la presente unidad se ha enmarcado en el Pleistoceno Superior, sin que deba descartarse que su depósito comenzase en el Pleistoceno Medio.



Foto. 4.1. Sección de la Fm La Isabela en la cantera de La Atravesada, llamando la atención la superficie neta, correspondiente a una superficie erosiva con arcillas rojas

4.3.2. Lutitas. Llanura intermareal abandonada (h). Pleistoceno. Lutitas y arenas con vegetación abundante. Marisma baja (k). Holoceno

Se agrupan en el presente apartado los depósitos relacionados con los procesos mareales, de carácter eminentemente lutítico, con cierto contenido arenoso, y un notable contenido de materia orgánica en el caso de la marisma baja, como consecuencia de su colonización por el manglar. En las proximidades de Gaspar Hernández, en la vecina Hoja a escala 1:100.000 de Salcedo (6174), el litoral muestra una sucesión de unos 3 m de espesor de arcillas oscuras con materia orgánica sobre

calizas coralinas blancas, interpretándose como el resultado de la evolución ascendente de la zona, con desarrollo de facies progresivamente más someras, finalmente desconectadas de la dinámica marina.

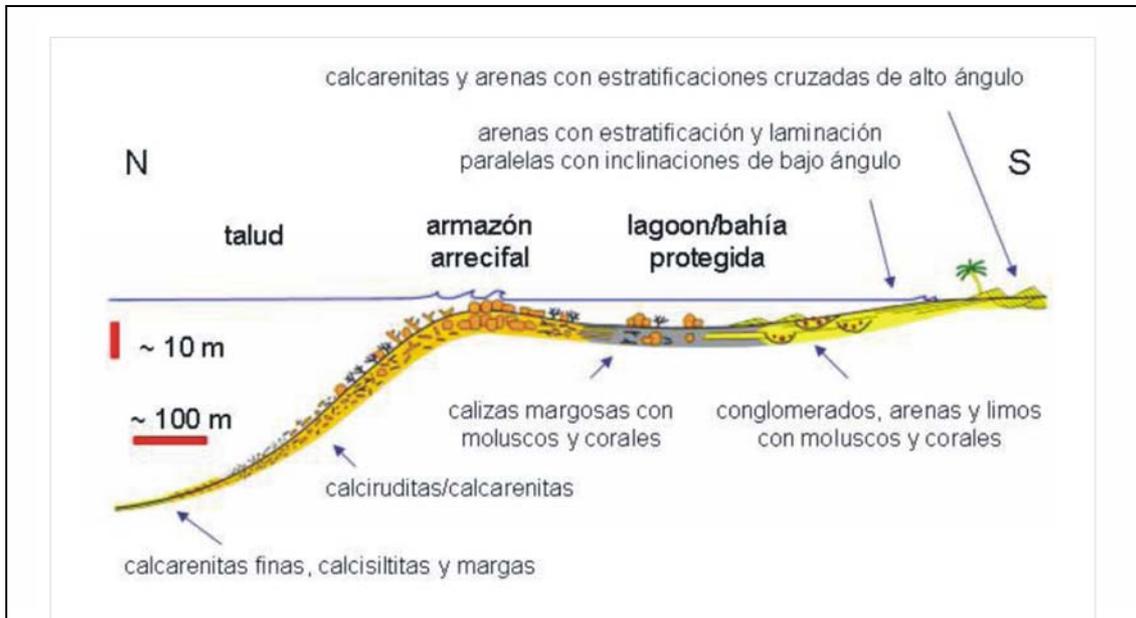


Fig. 4.1. Esquema paleogeográfico de la Fm La Isabela (Braga, 2010)

Se estiman espesores de 3-5 m para este tipo de depósitos. Las marismas abandonadas se han asignado al Pleistoceno Superior-Holoceno de acuerdo con el razonamiento seguido para las construcciones biogénicas, basado en la aplicación de tasas de elevación, en tanto que las marismas bajas se han incluido en el Holoceno por su dinámica actual.

4.3.3. Arenas. Cordón litoral degradado y dunas (i). Cordón litoral (j). Holoceno

En conjunto, constituyen una franja de anchura variable paralela a la línea de costa. En el litoral posee su típico aspecto de cordón (j), pero en el interior se encuentra degradado (i), pudiendo aparecer como un manto informe. Se trata de arenas finas a medias, de naturaleza carbonatada fundamentalmente. Se reconocen dunas fósiles cercanas a 15 m de altura, aunque normalmente muestran altitudes inferiores a 6 m.

En el frente del cordón se instalan extensas playas arenosas, pero la escala de trabajo tan sólo ha permitido su diferenciación como formas lineales.



Foto. 4.2. Corales integrantes de la Fm La Isabela, en la cantera de La Atravesada

4.4. Formaciones originadas por meteorización química

4.4.1. Arcillas de descalcificación. Fondos de dolina, uvala o poljé (I). Pleistoceno-Holoceno

Sus manifestaciones se restringen al macizo de El Choco, correspondiendo a arcillas rojas de aspecto masivo (Foto 4.3), producto de la descalcificación de los materiales calcáreos por la acción de procesos kársticos. Su espesor varía considerablemente en función de la efectividad de los procesos de disolución, pudiendo superar los 3 m. Su edad está acotada por la del techo de la Fm Los Haitises, por lo que se enmarcan en el Pleistoceno-Holoceno.



Foto. 4.3. Arcillas de descalcificación en las inmediaciones de El Choco

5. 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 Septentrional, su fisonomía actual empieza a perfilarse durante el Plioceno, cuando el presente sector de la cordillera se encontraba bajo el nivel del mar, estando configurado como una plataforma carbonatada de carácter arrecifal en la que se depositó la Fm Los Haitises. A lo largo del Cuaternario, la evolución y la historia geomorfológica de la zona han estado condicionadas básicamente por la tendencia ascendente de la plataforma.

Así, durante el Pleistoceno Inferior comenzó la emersión del sector meridional de la zona como consecuencia de la actividad de la falla del Camú, provocando la elevación de su bloque septentrional y con ella, una migración paulatina de la línea de costa hacia el norte. Su resultado fue la elaboración de las sucesivas plataformas de abrasión del macizo del Choco, sobre las que además comenzó a actuar una enérgica meteorización química de tipo kárstico.

Con esta evolución, probablemente a comienzos del Pleistoceno Medio ya se encontraría emergida una buena parte de la zona constituida por los actuales afloramientos de las Fms. Villa Trina y Los Haitises, es decir, del macizo de El Choco, en tanto que a finales de dicho periodo su emersión se habría completado.

Así, a comienzos del Pleistoceno Superior el sector noroccidental mantendría su configuración de plataforma carbonatada de carácter arrecifal, ahora con el depósito de la Fm La Isabela, en un contexto regresivo, igualmente. Por el contrario, el actual Valle del Yásica constituiría una bahía, situándose la desembocadura del río unos 8 km al suroeste de la actual, en el ámbito de Los Brazos (Hoja a escala 1:100.000 de Salcedo, 6174).

En el sector occidental del macizo, la red de drenaje ya habría esbozado su geometría actual, basada en cursos de pequeña longitud y una tendencia consecuente general. Sin embargo, en el resto del macizo, la actividad kárstica condicionaría la consiguiente aleatoriedad en el comportamiento hídrico.

La evolución más reciente también ha estado presidida por el incremento de la superficie emergida a expensas de la oceánica, incremento efectuado según tres mecanismos. En el sector noroccidental, la emersión se ha efectuado siguiendo el

mismo patrón de periodos anteriores, es decir, mediante la elevación de la plataforma carbonatada de la Fm La Isabela. En el sector suroccidental, la emersión ha provocado la evolución de la marisma baja a marisma alta para finalmente quedar aislada de la actividad marina, es decir, abandonada; a medida que se producía la ganancia de terreno al mar, el río Yásica avanzó mediante el desarrollo de una extensa llanura aluvial en la cual se produjeron numerosas migraciones del cauce principal. Por lo que respecta al sector central, el desarrollo de un cordón litoral favoreció la formación de extensas lagunas costeras que evolucionarían a áreas pantanosas que aún conservan pequeños relictos de la laguna original; este cordón, generado paralelamente a la dirección del viento dominante, también ha llegado a ocupar buena parte del litoral nororiental y noroccidental.

Como principales factores condicionantes de la futura evolución de la región, debe 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, circunstancias que incrementarán el poder erosivo de los elementos de la red fluvial, con la consiguiente erosión remontante y las posibles capturas derivadas de ella. Asimismo es preciso considerar la influencia de las fallas que desnivelan bloques en el macizo de El Choco, así como la actividad gravitacional en las vertientes, especialmente en el sector meridional, la tendencia a la colmatación de las lagunas y áreas pantanosas costeras, y los retoques producidos por los fenómenos kársticos.

6. 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 efectuado 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 Sabaneta de Yásica existe una gran 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. La evidente actividad antrópica, especialmente en el ámbito de los principales núcleos de población, no tiene reflejo en la cartografía de procesos, pues sus principales efectos (carreteras, caminos, poblaciones...) ya aparecen plasmados en la base topográfica.

6.1. 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 Sabaneta de Yásica pone de manifiesto la necesidad de abordar los estudios sísmicos en relación con áreas de un orden de magnitud superior, ya que en la Hoja la distribución de epicentros aparece como una nube de puntos que no sigue patrón alguno. Sin embargo, en una representación de escala regional se evidencia cómo dichos epicentros forman parte de un dominio con importante actividad sísmica

delimitado por la falla Septentrional, al sur, y el límite entre las placas Norteamericana y del Caribe, al norte (Fig. 6.1).

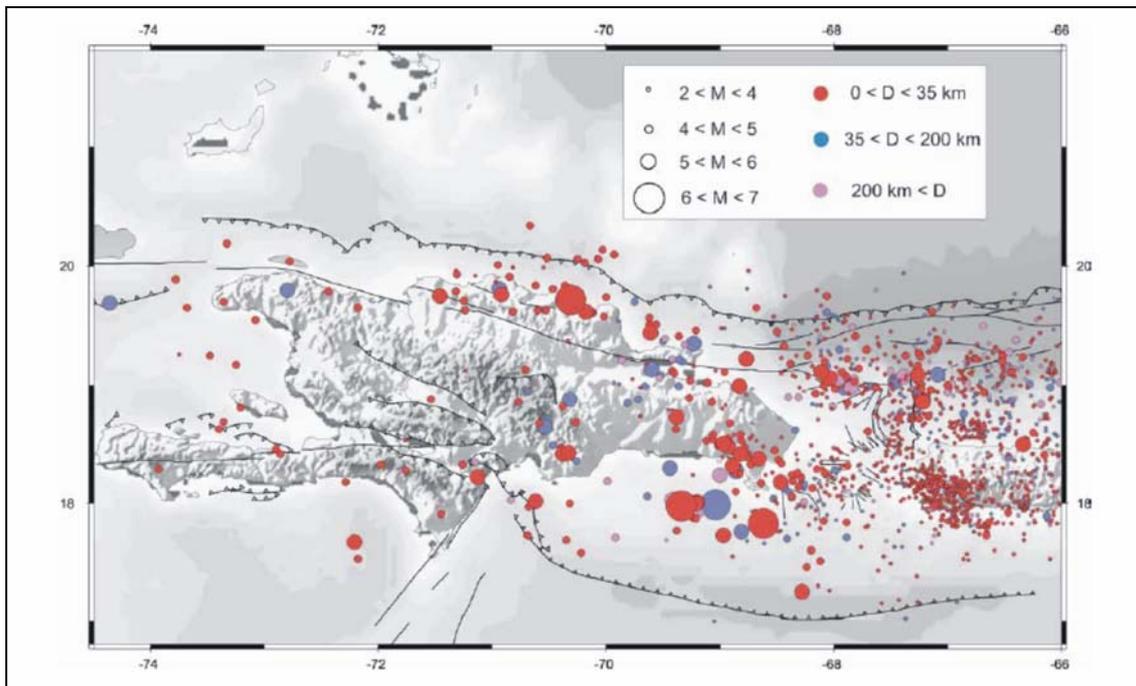


Fig. 6.1. Sismicidad instrumental de La Española (1972-2002). Catálogo NEIC-USGS (Calais, 2008)

En cualquier caso, los seísmos registrados en la Hoja son mayoritariamente de profundidad intermedia (25-43 km), con algunos de carácter profundo (97-104 km), no pareciendo correlacionarse con estructuras reflejadas superficialmente en este mapa. Cabe destacar que la zona se vio afectada de forma directa por la sucesión de seísmos desencadenados entre 1946 y 1953 en el sector nororiental de La Española (Fig. 6.2), relacionándose con el proceso de subducción de la placa Norteamericana bajo la Caribeña (Dolan y Wald, 1998), perteneciendo a dicha sucesión el mayor evento registrado, que alcanzó un valor de 6,9 (1953).

Conviene reseñar por su proximidad el terremoto de intensidad 6,5 que aconteció el 23 de septiembre de 2003 en la zona de Puerto Plata, que se vio severamente afectada por él, siendo el de mayor intensidad en la región desde la sucesión señalada. La interpretación de los mecanismos focales deducidos para este terremoto sugiere que el movimiento lo produjo, probablemente, una falla inversa de plano subvertical y dirección aproximada E-O; el terremoto se originó a unos 10-15 km de profundidad y su localización más probable, a tenor de la concentración de sus réplicas, es a unos

10 km al sur de Puerto Plata, es decir, muy próxima a la vertical del plano de la falla del Camú (Prentice *et al.*, 2003).

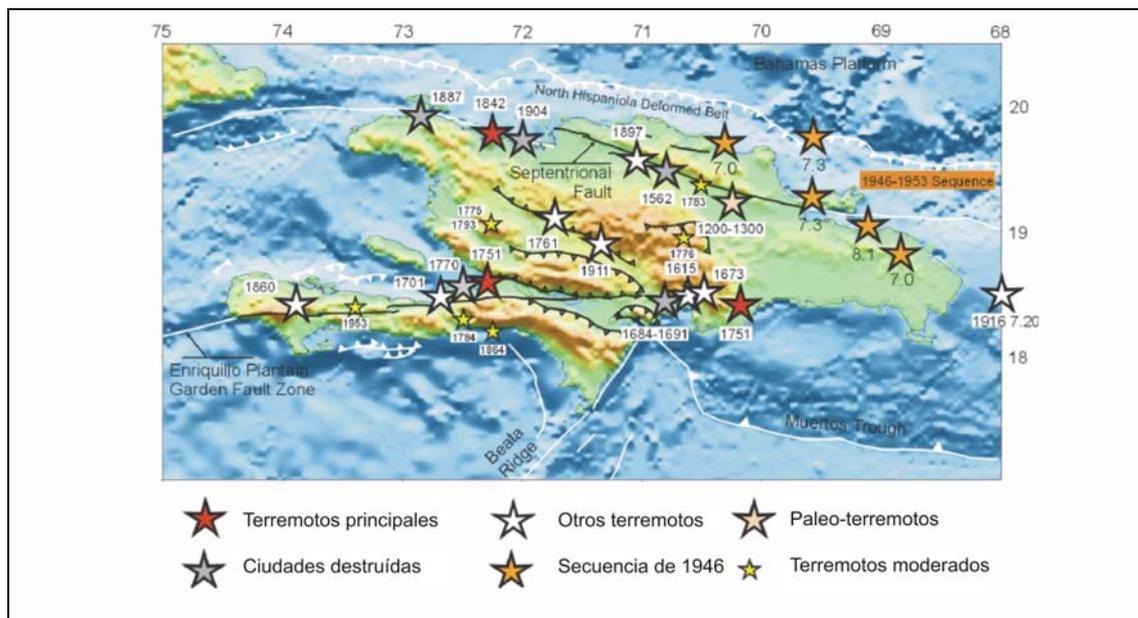


Fig. 6.2. Sismicidad histórica en La Española anterior a 1960 (En Calais, 2008)

6.1.1. Tsunamis

Los *tsunamis* son olas de grandes dimensiones u olas sísmicas marinas, causadas por un movimiento súbito a gran escala del fondo marino, debido mayoritariamente a terremotos y, en escasas ocasiones, a deslizamientos, erupciones volcánicas o explosiones de origen antrópico.

Los tsunamis difieren de otros peligros sísmicos en el hecho de que pueden causar daños serios a miles de kilómetros de las fallas detonantes. Una vez generados son prácticamente imperceptibles en el mar abierto, donde la altura de su superficie es inferior a un metro. Viajan a velocidades muy grandes, de hasta 900 km/h, y la distancia entre dos crestas de ola consecutivas puede alcanzar 500 km. A medida que las olas se acercan a aguas poco profundas, la velocidad del tsunami disminuye y su energía se transforma en un aumento de la altura de la ola, que a veces supera 25 m; el intervalo de tiempo entre olas sucesivas permanece sin cambios, siendo generalmente de 20 a 40 minutos. Cuando los tsunamis se aproximan a la línea de costa, el mar suele retraerse a niveles inferiores a los de la marea baja, creciendo luego como una ola gigante.

Los efectos de los tsunamis pueden ser condicionados por la configuración de la línea de costa local y del fondo marino. Ya que no existe una metodología precisa para definir estos efectos, es importante el examen del registro histórico para determinar si una sección particular del litoral ha sido afectada por tsunamis y qué elevación alcanzaron. Debe remarcarse que, debido a la fuerza de la ola, la inundación puede llegar a una elevación mayor que la de la cresta de la ola en la línea de costa.

Las costas haitianas y dominicanas han sido afectadas por tsunamis en diversas ocasiones, por lo que el ámbito del litoral de la Llanura Costera del Atlántico debe considerarse susceptible de sufrir este tipo de fenómenos. La práctica totalidad de dicho dominio en la Hoja constituye un área vulnerable, si bien desde Cabo Macorís hacia el oeste, la vulnerabilidad es sensiblemente inferior.

6.2. Tectónica activa

En una región donde la tectónica activa es evidente, como denuncian las diversas plataformas de abrasión del macizo de El Choco, tan sólo se reconoce una pequeña cantidad de rasgos que denuncian este tipo de actividad. Los más destacados son las *fallas*, con frecuencia con *escarpe*, en algunos casos *degradados*. En general se aprecia una mayor actividad de las fallas dominantes, de orientación NE-SO. También se constata el *basculamiento* regional hacia el NE debido a la actividad de la falla del Camú, así como *buzamientos* bajos en las calizas arrecifales de la Fm La Isabela.

Adoptando para la terraza inferior del Promontorio la edad de 121 ± 9 ka señalada anteriormente por correlación con la terraza inferior de Cabo Francés Viejo y de la Llanura Costera del Caribe (Braga, 2010; Schubert y Cowart, 1982) y asignándole como cota más representativa +20 m, resulta una tasa de elevación de 0,16 mm/a (Fig. 3.1), tasa del mismo orden de magnitud que las estimadas en dicho promontorio (Hojas a escala 1:100.000 de Salcedo, 6174, y Nagua, 6274).

Este dato supone una aproximación, pero no se trata de un cálculo determinante, debido a las incertidumbres en las que se sustenta. Además, resulta bastante probable que la tasa haya variado con el tiempo; en este sentido, tomada la cota máxima de +372 m alcanzada por la Fm Los Haitises en la Hoja y suponiendo que su ascenso se iniciase durante el Plioceno (3,5 Ma), la tasa de elevación sería de 0,11 mm/a; igualmente, tomando el final del Pleistoceno Inferior (781 ka) como el inicio de la elevación (el otro extremo en el impreciso intervalo del depósito de la formación), la tasa se incrementa hasta 0,48 mm/a, cifra considerablemente superior pero también

dentro del orden de magnitud de las estimadas en el Promontorio de Cabrera. De ello se deduce, que el sector del macizo de El Choco se ha elevado, al menos a lo largo del Cuaternario a una tasa promedio comprendida entre 0,11 y 0,48 mm/a.

6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

Se trata de una actividad restringida a las zonas de afloramiento de la Fm Villa Trina, ya que la evolución geomorfológica de los extensos afloramientos de la Fm Los Haitises tiene lugar fundamentalmente por disolución kárstica. En cualquier caso, este tipo de actividad es difícil de evaluar, ya que pese a las elevadas pendientes existentes, son escasos los depósitos derivados de su inestabilidad. Esto puede ser atribuido a su carácter efímero, debido a la eficacia del retroceso de las vertientes y de los procesos de arroyada.

La principal actividad de tipo gravitacional se observa en el sector meridional, correspondiente a la margen izquierda del río Yásica, donde las elevadas pendientes, el sustrato margoso y la actividad de la falla del Camú confieren a las laderas una alta inestabilidad, pese a haberse diferenciado cartográficamente tan sólo una *cicatriz de despegue* cuya masa deslizada se encuentra en la Hoja a escala 1:100.000 de Salcedo (6174).

6.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Se concentra en el litoral del sector noroccidental y especialmente, en las áreas donde se ha desarrollado una red de drenaje. Por el contrario, su intensidad es baja en las zonas de playa y marisma, en tanto que el desmantelamiento del macizo calcáreo de El Choco se efectúa por meteorización química.

La principal manifestación de los procesos de erosión viene dada por la *incisión lineal* asociada a la actividad de los distintos ríos y arroyos; en sus zonas de cabecera es más intensa la erosión, que ha dado lugar al desarrollo de *cárcavas*. En el caso del río Yásica es muy destacada la *erosión lateral del cauce*, que favorece las frecuentes modificaciones de su curso principal.

En relación con la dinámica litoral de carácter erosivo, se restringe a los modestos *acantilados* esculpidos en la Fm La Isabela.

6.5. 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, la dinámica litoral 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* del río Yásica, 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. Los *abanicos aluviales de baja pendiente* poseen una funcionalidad menos predecible, lo que dificulta su tratamiento, pudiendo dar lugar a violentos depósitos con una participación acuosa variable.

El régimen pluviométrico de la región hace que las *lagunas y áreas pantanosas* aparezcan frecuentemente como áreas inundadas.

Asociadas con la dinámica litoral actual se encuentran las *marismas bajas*, además de las *playas* y los *cordones litorales*. En relación con procesos de inundación en la franja costera, no deben olvidarse los potenciales efectos que podría ocasionar la ocurrencia de un tsunami ni los más frecuentes debidos a la llegada de tormentas tropicales y huracanes; en este sentido, en la cartografía se ha representado el límite del *área especialmente sensible a la llegada de huracanes* y que ocupa una buena parte de la Llanura Costera del Atlántico.

También son susceptibles de aparecer como áreas inundadas tras lluvias extraordinarias las innumerables depresiones de origen kárstico del macizo de El Choco, especialmente las revestidas por un importante depósito de arcillas de descalcificación.

6.6. Actividad asociada a litologías especiales

Se restringe al macizo de El Choco, poniéndose de manifiesto por sus extensas áreas con *depresiones por disolución*, cuyas dimensiones no han posibilitado su representación cartográfica individualizada; se relacionan con los procesos kársticos que afectan a las calizas de la Fm Los Haitises. Evidenciando la actividad kárstica,

aunque con efectos menos perceptibles, es preciso señalar el extenso *lapiaz desnudo* desarrollado sobre las calizas de las Fms. Los Haitises y La Isabela.

Además de 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.

7. BIBLIOGRAFÍA

- 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 (SGN), Santo Domingo, 73 pp.
- CALAIS, E. (2008).** Risque Sismique en Haïti: Fondements Scientifiques et Nature du Risque. Conferencia de Puerto Príncipe.
- 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 DEL OLMO, F., CÁMARA, R. (2003).** Karst tropical de colinas, tipología y evolución en el plio-cuaternario en República Dominicana. XI Reunión nacional de Cuaternario. Oviedo, 123-128.
- DOLAN, J.F., MANN, P. (1998).** Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326, 174 pp.
- DOLAN, J.F., MULLINS, H.T., WALD, D.J. (1998).** Active tectonics of the north-central Caribbean: Oblique collision, strain partitioning and opposing subducted slabs. En: DOLAN, J.F., MANN, P. (Eds.). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326, 1-61.
- DOLAN, J.F., WALD, D.J. (1998).** The 1943-1953 north-central Caribbean earthquakes: Active tectonic setting, seismic hazards and implications for Caribbean-North America plate motions. En: DOLAN, J.F., MANN, P. (Eds.). Active Strike-Slip and Collisional Tectonics of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone. Geological Society of America Special Paper, 326, 143-169.
- GUERRA PEÑA, F. (1966)** Las Regiones Fisiográficas de la Isla de Santo Domingo. Unión Geográfica Internacional. Conferencia Regional Latinoamericana, III.
- IGME (2004).** Mapa Geomorfológico y de Procesos activos susceptibles de constituir Riesgo geológico a escala 1:100.000. Guía para su elaboración. (Inédito).

LEWIS, J.F. (1980). Resume of the geology of Hispaniola. En: Guía de Campo de la 9th Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana, Ed. Amigo del Hogar, 5-31.

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

MANN, P., DRAPER, G., LEWIS, J.F. (1991). 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.

MARCANO, E., TAVARES, I. (1982). Formación La Isabela, Pleistoceno temprano. Publicaciones especiales Museo Nacional de Historia Natural, 3, Santo Domingo, 30 pp.

OBIOLS, A. y PERDOMO, R. (1966). Atlas de información básica existente y lineamientos para la planificación del Desarrollo integral de la RD. Guatemala.

PROINTEC (1999). Prevención de Riesgos geológicos (Riesgo sísmico). Programa SYSMIN, Proyecto D. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

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.