



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

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

ESCALA 1:100.000

Pedernales

(5870)

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 L, 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, habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Dr. Fernando Moreno (INYPSA)

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

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

INFORME DE LAS FORMACIONES ARRECIFALES DEL NEÓGENO Y CUATERNARIO

- Dr. Juan Carlos Braga (Universidad de Granada)

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 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.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Metodología	1
1.2.	Situación geográfica	4
1.3.	Marco geológico	5
1.4.	Antecedentes	6
2.	DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA	7
3.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	9
3.1.	Estudio morfoestructural	10
3.1.1.	Formas estructurales	11
3.2.	Estudio del modelado	12
3.2.1.	Formas gravitacionales	12
3.2.2.	Formas fluviales y de escorrentía superficial	13
3.2.3.	Formas eólicas	15
3.2.4.	Formas marinas-litorales	15
3.2.5.	Formas originadas por meteorización química	15
3.2.6.	Formas poligénicas	16
4.	FORMACIONES SUPERFICIALES	18
4.1.	Formaciones gravitacionales	19
4.1.1.	Arcillas con cantos y bloques de caliza. Derrumbe (a). Holoceno	19
4.1.2.	Limos y arcillas con cantos. Coluviones (b). Holoceno	19
4.2.	Formaciones fluviales y de escorrentía superficial	20
4.2.1.	Conglomerados gravas y arenas. Abanicos torrenciales antiguos (c). Pleistoceno-Holoceno	20
4.2.2.	Conglomerados, arenas, arcillas y limos. Terrazas altas (d). Pleistoceno	20
4.2.3.	Conglomerados y arenas. Terrazas bajas del Río Pedernales (e). Holoceno	21
4.2.4.	Arenas, gravas y conglomerados. Abanico torrenciales. Conos de deyección (f). Holoceno	21
4.2.5.	Conglomerados, gravas y arenas. Fondos de valle (g). Holoceno	21
4.2.6.	Arenas y gravas. Derrames de canal (h). Holoceno	21
4.3.	Formaciones eólicas	22
4.3.1.	Arenas. Manto eólico (i). Holoceno	22
4.4.	Formaciones marinas-litorales	22
4.4.1.	Calizas oolíticas y bioclásticas. Paleoplayas (playas de bolsillo) (j, k). Pleistoceno	22
4.4.2.	Lutitas y arenas finas. Área pantanosa de laguna costera antigua (l). Pleistoceno	23
4.4.3.	Arenas. Cordón litoral antiguo (m). Holoceno	23
4.4.4.	Arenas oolíticas y bioclásticas. Playas (n). Holoceno	23
4.5.	Formaciones originadas por meteorización química	24
4.5.1.	Arcillas rojas. Argilizaciones con bauxita (ñ). Pleistoceno-Holoceno	24

4.5.2.	<u>Arcillas de descalcificación. Relleno de dolinas (o). Pleistoceno-Holoceno</u>	<u>24</u>
4.6.	Formaciones poligénicas	25
4.6.1.	<u>Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (p). Pleistoceno-Holoceno</u>	<u>25</u>
4.6.2.	<u>Arcillas con cantos y bloques. Aluvial-coluval (q). Holoceno</u>	<u>25</u>
4.6.3.	<u>Gravas y arenas y lutitas. Glacis de vertiente (r). Holoceno</u>	<u>25</u>
5.	EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA	26
6.	PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO	28
6.1.	Actividad sísmica	29
6.1.1.	<u>Tsunamis</u>	<u>31</u>
6.2.	Tectónica activa	31
6.3.	Actividad asociada a movimientos de laderas	36
6.4.	Actividad asociada a procesos de erosión	37
6.5.	Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación	37
6.6.	Actividad asociada a litologías especiales	38
6.7.	Actividad antrópica	39
7.	BIBLIOGRAFÍA	40

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):

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)

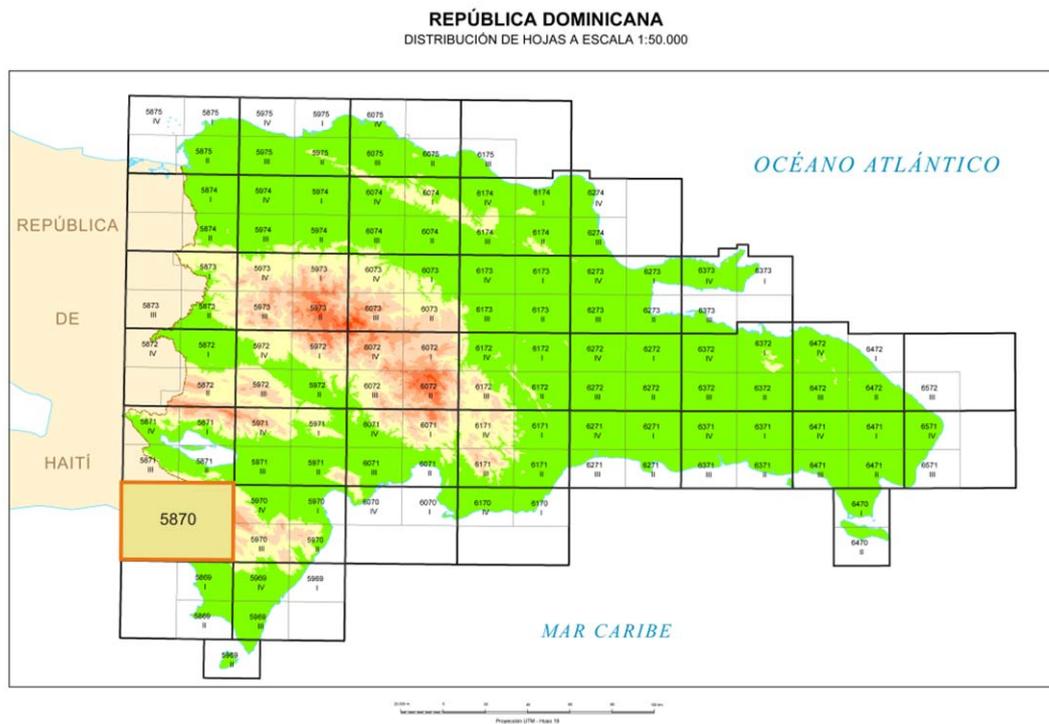


Fig.1 Distribución de Hojas a escala 1:100.000 de la República Dominicana y situación de la Hoja de Pedernales (5870).

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 (6071)

Zona Suroeste:

- Cabo Rojo (5869)
- Enriquillo y Beata (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 numerosas las referencias a las hoja contiguas: Barahona, Pedernales y Cabo Rojo.

Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de Enriquillo 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 (1983-84) y las del Proyecto ICM, a escala 1:60.000 (1958), así como las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. La cartografía previa ha sido complementada con 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 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 Enriquillo y Beata (5969). 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 abordarán los siguientes aspectos:

- Descripción geográfica, 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, las memorias de las Hojas Geológicas a escala 1:50.000 citadas, incluyen 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 y Evolución e historia geomorfológica y Procesos activos susceptibles de constituir riesgo geológico).

1.2. Situación geográfica

La Hoja a escala 1:100.000 de Pedernales (5870) se encuentra situada en la zona meridional de la República Dominicana (Fig.1), donde ocupa una pequeña parte de la península de Batoruco y de las provincias de Pedernales e Independencia. En relación con el importante relieve de la sierra de Batoruco, representa una transversal completa a la misma, puesto que el límite septentrional de la hoja se sitúa muy próximo a la hoya de Enriquillo y el meridional alcanza la costa del mar del Caribe. La divisoria de aguas entre ambos sectores sigue la dirección NO-SE, coincidiendo, aproximadamente con el límite entre las provincias mencionadas. El límite occidental coincide corresponde a la frontera con Haití.

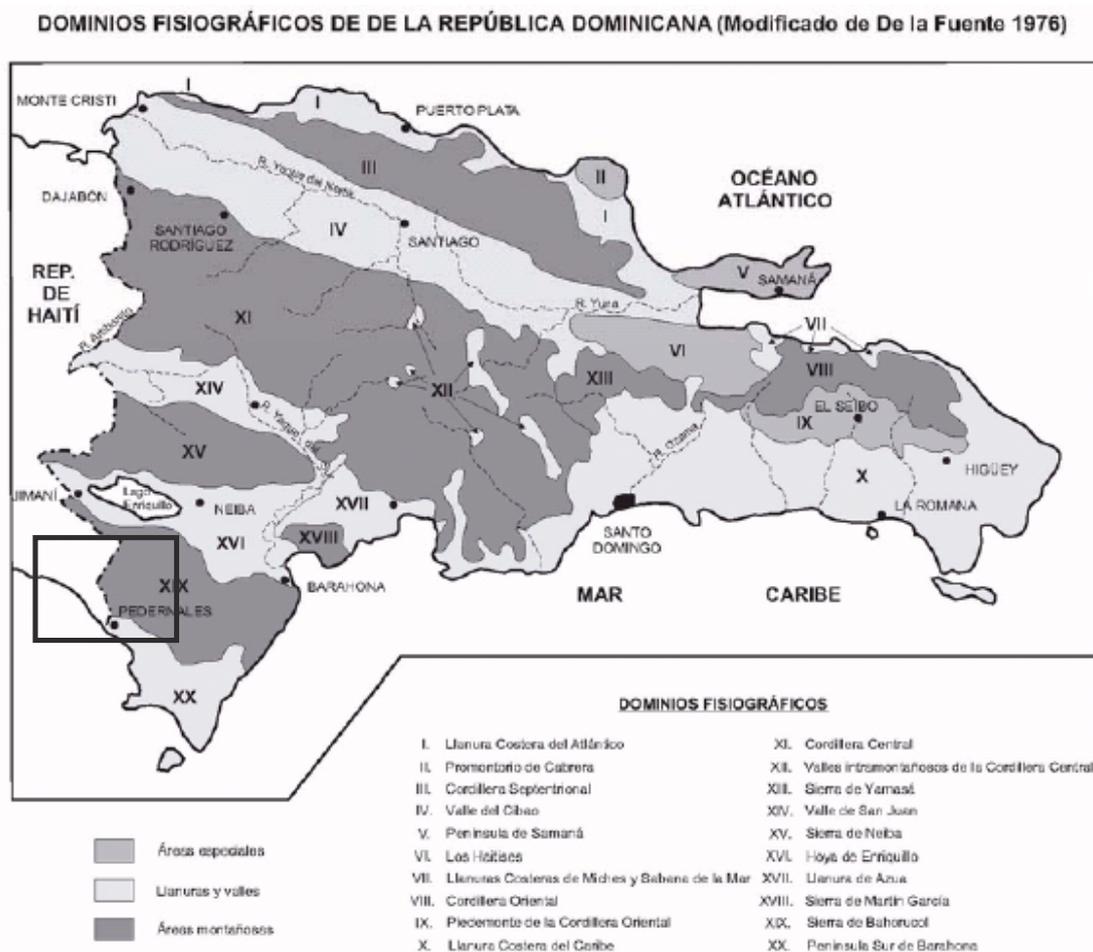


Fig. 2. Dominios fisiográficos de la República Dominicana

1.3. Marco geológico

La Hoja de Pedernales comprende las vertientes septentrional y meridional de la sierra de Bahoruco, constituida por una potente sucesión calizo-margosa, que abarca desde el Eoceno hasta el Plioceno y que comprende la Unidad de Bahoruco (calizas masivas), la Formación Neiba (calizas margosas con sílex) y diversas unidades cartografiadas y definidas con la ejecución de la cartografía geológica a escala 1:50.000.

La región parece haber estado sometida a una deformación prácticamente constante a lo largo del Cenozoico, pero fue durante el Mioceno Superior cuando se produjo la estructuración actual, y el levantamiento de la cordillera Central y de las sierras de Bahoruco, Neiba y Martín García. De esta manera, la extensa cuenca paleógeno-miocena, que abarcaría al menos el actual sector suroccidental de La Española, se transformó en un área con tendencia continuada al levantamiento, como atestiguan las

numerosas plataformas o superficies de abrasión marina que en la península de Bahoruco se escalonan hasta la actual línea de costa.

La Sierra de Bahoruco se estructura como un amplio antiforme vergente hacia el NE, en el que cabe diferenciar dos unidades morfoestructurales: vertiente septentrional y vertiente meridional. La primera se caracteriza por la presencia de pliegues apretados y fallas de desgarre NO-SE. Por el contrario, la vertiente meridional presenta una gran sencillez estructural, puesto que está constituida por una serie isoclinal, con algunas flexiones monoclinales y pliegues muy abiertos, cuyo desarrollo se ha prolongado en tiempos recientes, dado que llegan a afectar a las terrazas marinas presentes en el sector meridional de la hoja.

La fracturación presenta un importante desarrollo en tercio septentrional, con una familia de fallas direccionales izquierdas cuyas direcciones varían entre NO-SE y ONO-ESE. Otra familia, de direcciones OSO-ENE a NE-SO se encuentra más repartida por todo el área, alcanzando un gran desarrollo o densidad en el sector fronterizo con Haití, donde además giran en sus extremos meridionales a una dirección próxima a la N-S.

Los materiales pleistocenos y holocenos son escasos, puesto que al sustrato esencialmente calizo aflora en toda la hoja, condicionando un amplio predominio del modelado kárstico. Los depósitos fluviales se concentran al pie de ambas vertientes de la sierra, y los gravitacionales lo hacen en algunas de las escarpadas laderas de la vertiente septentrional.

1.4. Antecedentes

Se enumeran a continuación aquellos trabajos que permiten situar y analizar la problemática relativa a la evolución geomorfológica de esta zona de estudio, en el contexto general de la Isla de la Española.

El primer reconocimiento geológico de la República Dominicana fue el realizado por Vaughan *et al.* (1921), y sirvió como base para numerosos estudios posteriores. 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 la cual, Guerra Peña realizó una división en provincias fisiográficas.

El trabajo de mayor interés, en varios aspectos (geografía, geomorfología, geología, etc.) fue la obra titulada Geografía Dominicana (De la Fuente, 1976), que además de aportar una abundante cantidad de datos geográficos e ilustraciones y apunta numerosas consideraciones de orden geomorfológico; sus denominaciones han servido como referencia durante la realización del presente trabajo. Así mismo, la tesis doctoral de Llinás (1972) aporta numerosos datos de tipo estratigráfico y estructural de la sierra de Bahoruco y del sector oriental de la cuenca de Enriquillo.

Entre los trabajos de la época más reciente, Lewis (1980) y Lewis y Draper (1990) dan el tratamiento de zona morfotectónica a la sierra de Bahoruco y a la cuenca de Enriquillo, incluyendo en ésta a la sierra de Martín García. Por el contrario, desde un punto de vista geodinámico, Mann *et al.* (1991) proponen la pertenencia de los tres dominios a un mismo terreno tectónico, el de Hotte-La Selle-Bahoruco, separado del resto de La Española por la zona de falla de Enriquillo-Plantain Garden.

En relación con las construcciones arrecifales que circundan el lago Enriquillo, próximo a la hoja de Pedernales, Mann *et al.* (1984) y Taylor *et al.* (1985) abordan diversos aspectos relacionado con ellos, de los que cabe destacar las dataciones realizadas sobre dichos depósitos y otros análogos de la bahía de Neiba.

Relacionados de forma directa con la Hoja de Pedernales, están los trabajos realizados dentro del Proyecto SYSMIN: Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, en el que diversos autores, junto con la realización de la cartografía geológica a escala 1:50.000, aportan numerosos datos de tipo petrológico, estratigráfico y estructural, además de una cartografía geomorfológica y de riesgos a escala 1:100.000.

2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

El relieve de la hoja de Pedernales es el más abrupto y de mayores contrastes de toda la península de Bahoruco. Alcanza su cota máxima (2.367 m) al sur del paraje La Loma de Los Aguacates y a poca distancia de la frontera con Haití, desde donde la cresta de la sierra o divisoria entre la cuenca del lago de Enriquillo y el mar del Caribe desciende hacia el sureste, hasta la cota 1.640 m, en límite oriental de la hoja.

En dirección perpendicular a la anterior, la vertiente septentrional de la sierra de Bahoruco desciende, en tan solo seis kilómetros, desde cotas en torno a los 2.200 m

hasta los 400 m correspondientes a la localidad de Rincón Escondido, con profundas gargantas y desfiladeros. La vertiente meridional presenta una morfología muy diferente, con descenso uniforme hasta el mar del Caribe, en una distancia horizontal de unos 25 kilómetros. En esta extensa ladera, la red de drenaje presenta un desarrollo marcadamente conforme y paralelo, con una incisión no muy pronunciada, salvo en las proximidades del río Pedernales, que en el último tramo de su recorrido hace de frontera con Haití.

El modelo digital del terreno permite comprobar el carácter juvenil del relieve en la península de Bahoruco, con plataformas marinas elevadas y onduladas por plegamiento, y la culminación de la sierra con el mismo nombre, que todavía conserva a grandes rasgos su morfología de relieve conforme anticlinal. La incisión fluvial desmantela dicha estructura remontando desde la costa oriental.

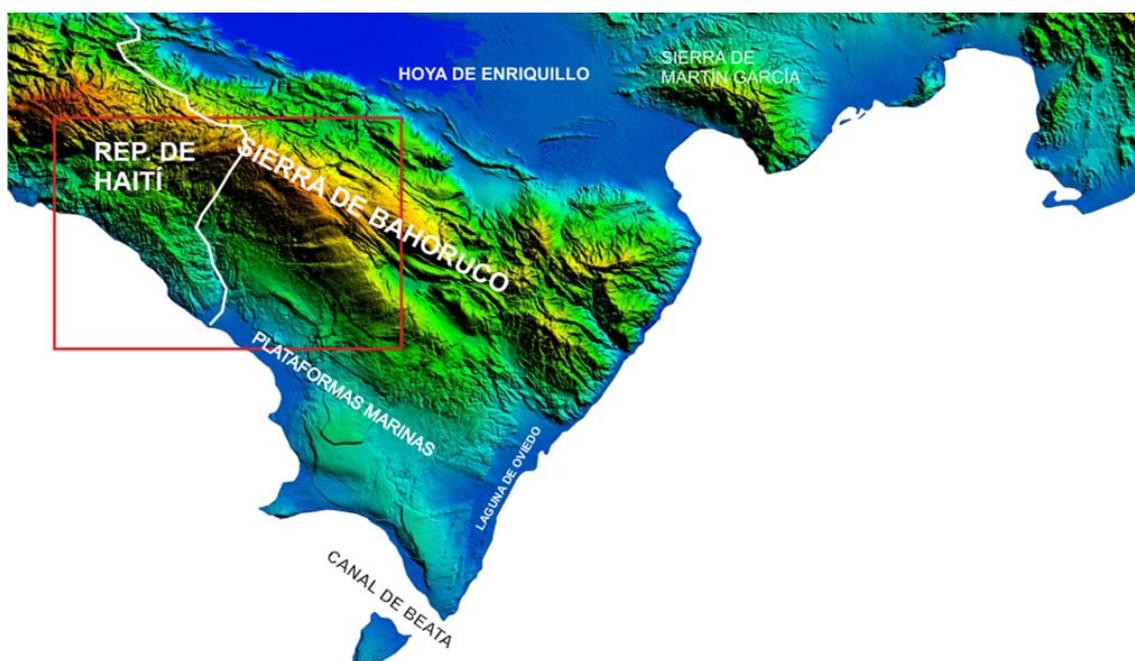


Fig. 3. Modelo digital del terreno donde se aprecian las plataformas marinas del extremo meridional de la península de Bahoruco.

El pequeño sector costero comprendido en el área corresponde a una costa baja y arenosa, en parte ocupada por los abanicos fluviales de la desembocadura del río Pedernales.

Las diferencias tan acusadas de cotas en la hoja propician diferencias notables en la cantidad de precipitación anual, con medias próximas a los 1.700 mm en las cumbres de la sierra de Bahoruco y de tan sólo 600 mm en Pedernales. Son frecuentes las

tormentas tropicales y los huracanes, especialmente concentrados entre septiembre y octubre; también se aprecian ligeras variaciones de carácter estacional, en las que las oscilaciones de las temperaturas diarias son más acusadas. Las medias anuales de temperatura alcanzan los 28 °C en la mencionada localidad y 25 °C en la sierra.

Como consecuencia de lo anterior, la vegetación presenta también variaciones notables, siendo de tipo espinoso al pie de la vertiente meridional (sector de Pedernales) y cada vez más frondosa a medida que se asciende hacia las cumbres. En las laderas de la vertiente septentrional y en especial al pie de las mismas, se dan densos bosques al amparo del área protegida del Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco. No obstante, a lo largo del sector fronterizo con Haití, se está produciendo una deforestación progresiva como consecuencia de la práctica del carboneo.

La escasísima población del área se concentra en dos núcleos: Pedernales y Rincón Escondido, con actividades agrícolas y ganaderas. En el caso de Pedernales también se da actividad minera relacionada con el yacimiento de bauxita de la mina Las Mercedes.

Las vías de comunicación se reducen a la carretera Barahona-Pedernales, que discurre paralela a la costa, y la carretera de acceso a las explotaciones de bauxita, desde bahía Honda, situada en la hoja contigua de Cabo Rojo. Las localidades de Pedernales y Puerto Escondido están conectadas por la llamada carretera internacional, una pista para vehículos todo terreno, que cruza la sierra, pero que no siempre es practicable, dependiendo de las secuelas de cada huracán.

3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

En este capítulo se analiza el relieve mediante la descripción de las distintas formas del mismo, contemplando su geometría y tamaño o desarrollo, agrupadas según su origen (morfogénesis). Los depósitos que acompaña a algunas de estas formas (formaciones superficiales) se describen en el 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, (litología y estructura); y morfogenético, que contempla las formas como el resultado de la actuación de los diversos agentes de la erosión.

3.1. Estudio morfoestructural

En el área que ocupa la hoja cabe distinguir dos dominios morfoestructurales muy diferentes: vertiente septentrional y vertiente meridional de la sierra de Bahoruco. En el primero la sucesión calizo-margosa, que abarca casi todo el Cenozoico, aparece afectada por una fuerte deformación producida en un régimen transpresivo, cuyo climax se alcanzó en el Mioceno superior, y que se manifiesta por la existencia de diversas fallas direccionales (ONO-ESE) de gran recorrido, que en ocasiones se conectan con otras menores (NO-SE). Ambas parecen configurar bloques romboidales, o bien *duplex* verticales, con marcada expresión en el relieve y distribución de los valles principales y sus afluentes. Es decir, la red de drenaje presenta un marcado control por la fracturación. Entre dichos pasillos, en los que se concentra la deformación, las capas han adquirido una posición vertical y paralela a las fracturas, lo que dificulta en la fotointerpretación la identificación de posibles facetas triangulares de falla, puesto que pueden ser confundidas con *chevrans* en capas competentes.

Por el contrario, la vertiente meridional se caracteriza por la gran sencillez de su estructura; una serie prácticamente monoclinial, que en su mayor parte viene a ser una superficie estructural más o menos degradada. Ésta tan solo se ve alterada por una flexión monoclinial y suaves pliegues presentes en el sector más bajo y próximo a la costa de Pedernales. En este dominio la fracturación también presenta un desarrollo moderado, exceptuando una fosa tectónica con forma triangular, situada al sur y a poca distancia de Loma La Manigua y un haz de fallas - direccionales derechas -, desarrollado en las inmediaciones del río Pedernales. Por el momento se desconoce el origen y la cinemática precisa de dichas estructuras, o si ambas tiene alguna relación entre sí.

En el ángulo suroccidental del área de estudio se localizan las superficies de erosión que se prolongan desde la hoja de Cabo Rojo, y que pierden su identidad al alcanzar el haz de fracturas del río Pedernales. La más extensa de todas y en parte cubierta por las bauxitas de la mina Las Mercedes (designada como S_1) aparece deformada por un pliegue sinclinal resultante de la evolución y apretamiento del mismo pliegue identificado en el sustrato. Bajo dicha superficie se han desarrollado otras dos, que también aparecen deformadas de la misma manera. Dicha actividad reciente será analizada en el capítulo de dedicado a Procesos Activos.

3.1.1. Formas estructurales

Esta hoja presenta una gran variedad de formas estructurales, debido a su acusado relieve y al hecho que llega a abarcar una transversal completa de los dos dominios morfoestructurales definidos en la sierra de Bahoruco.

Exceptuando el sector más meridional de la hoja, en el que las superficies de erosión han nivelado y enmascarado las formas estructurales debidas a plegamiento, en el resto del área pueden identificarse casi siempre la posición de las capas. Cuando éstas producen un pequeño resalte topográfico, se han representado como líneas de capa con indicación de buzamiento, cuando el buzamiento viene inferido del contexto o entorno del lugar se ha representado como rumbo y buzamiento de capa

El arrasamiento marino que ha operado en todo el área de trabajo ha obliterado las posibles formas estructurales que podrían derivar del plegamiento, con excepción de la flexión monoclin presente en el extremo nororiental y los basculamientos debidos al plegamiento reciente de las terrazas marinas.

Las fallas y fallas supuestas pueden agruparse en dos familias principales: una de fallas direccionales izquierdas, cuyas direcciones quedan comprendidas entre NO-SE y ONO-ESE, otra familia, de direcciones OSO-ENE a NE-SO, que se encuentra más repartida por todo el área que la anterior y según los casos se han representado como fallas con indicación de bloque hundido o bien como escarpes de falla, dependiendo de su expresión morfológica o del grado de conservación de su escarpe. Las facetas triangulares de escarpe de falla aparecen igualmente distribuidas en ambas familias de fracturas, aunque parecen alcanzar mayor tamaño en la primera familia. No obstante hay que señalar que en la vertiente septentrional de la sierra de Bahoruco algunas de las supuestas facetas de falla, deducidas por fotointerpretación, tras los reconocimientos de campo, han resultado ser chevrons en capas subverticales competentes.

En la vertiente meridional de la sierra mencionada, La red hidrográfica está condicionada fundamentalmente por la pendiente general de aquella, aunque en ocasiones presentan tramos alineados a lo largo de valles fractura o bien alineaciones morfológicas con control estructural, cuando en éstas formas participan varios segmentos de diferentes cursos fluviales.

En la zona axial o más elevada de la sierra de Bahoruco se han deducido de la fotointerpretación diversos anticlinales conformes y un sinclinal conforme, este último situado en las inmediaciones de la Loma de los Pinos. En la vertiente meridional se ha identificado un flexión monoclinas y numerosos recintos correspondientes a una superficie estructural degradada, todo lo cual indica el carácter juvenil del relieve en la mayor parte de la mencionada sierra. Al oeste de Pedernales se localiza una superficie estructural exhumada que aparece compartimentada y desnivelada por diversas fallas con movimiento vertical.

Los escarpes en capas monoclinas son frecuentes en la vertiente meridional, donde la incipiente incisión fluvial llega a crear un escalón en las mismas capas competentes que dan lugar a las superficies estructurales. Los escarpes en capas subverticales aparecen en la zona axial de la sierra donde la deformación es más intensa.

Por último, la pendiente creada por el suave plegamiento que afecta a las superficies de erosión, ha sido representada como basculamiento.

3.2. Estudio del modelado

En lo que sigue se describen las formas erosivas y de depósito, agrupadas según su origen o procesos morfogenéticos que las han generado, y entre las que destacan, por su mayor representación, las formas fluviales y las debidas a meteorización química.

3.2.1. Formas gravitacionales

Están principalmente representadas por los extensos coluviones que aparecen en la vertiente septentrional de la sierra, algunos de los cuales alcanzan 2 km². En ocasiones ocupan las laderas más elevadas, finalizando en bruscos cambios de pendiente, a partir de los cuales el valle adquiere el perfil de una garganta. En la Loma de los Pinos, los coluviones enlazan en su base con un depósito de carácter poligénico, identificado como glacis de vertiente.

La vertiente meridional de la sierra de Bahoruco presenta una densa red de drenaje, aunque poco incidida, por lo que no existen laderas amplias en las que los derrubios alcancen la extensión suficiente para su representación a esta escala de trabajo.

En el valle del río Pedernales se ha localizado una ladera desestabilizada por la socavación de su base debida a erosión lateral del cauce de dicho río. En ella se ha producido un derrumbe o avalancha que ha involucrado el suelo y su cubierta vegetal y parte del zócalo o el regolito, puesto que presenta abundante canturreal calizo. Su cabecera se sitúa coincidiendo con la pista o camino que recorre la frontera con Haití, la cual presenta diversas cicatrices y escalones relacionadas con este fenómeno de ladera, o que podrían preludiar otro de mayor envergadura.

3.2.2. Formas fluviales y de escorrentía superficial

Entre las **formas erosivas** la incisión fluvial es la más desarrollada, a la vez que proporciona datos sobre la morfoestructura del área y algunos indicadores de posible actividad neotectónica, que se analizan en el apartado correspondiente. En la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco forma una red de drenaje paralela y consecuente, según la dirección del buzamiento de las capas, que coincide aproximadamente con la pendiente topográfica dirigida de noreste a suroeste. En ocasiones algunos cauces se orientan en dirección E-O, siguiendo las trazas de fracturas. Puesto que la incisión de la red no es muy pronunciada no se han llegado a formar frentes o escarpes de relieves en cuesta, con los correspondientes valles y cursos fluviales subsecuentes. No es así en la vertiente septentrional, donde la red hidrográfica se compone de tramos perpendiculares a la dirección estructural dominante (NO-SE) y tramos con menor pendiente que siguen la dirección de aquella. En este mismo sector, los rápidos se suelen producir en las cabeceras de las profundas gargantas. Éstas alcanzan su mayor desarrollo en Ravine de Buocan Chatté, y en los arroyos de las Cuavas y del Mal Paso. En el ángulo nororiental, las calizas de las unidades de Barahona y de la Loma de Peblisque han propiciado el desarrollo de cárcavas, no muy pronunciadas. Para finalizar con las formas relacionadas con la red de drenaje, hay que mencionar las pérdidas de drenaje que se producen al sur de la hoja, en algunos de los cauces que penetran en el sinforme de la superficie de erosión S_1 , en las inmediaciones de la mina Las Mercedes. La erosión lateral sólo se ha consignado en el caso del río Pedernales, donde ha producido la acentuación de los meandros y la creación de pequeñas terrazas en el interior de los mismos. Puesto que este río hace frontera con Haití, dicha forma sólo se ha representado cuando la terraza queda al otro lado de aquella, evitando así la superposición del símbolo correspondiente con el de terraza.

Las formas erosivas más llamativas que se producen en los interfluvios son los escarpes de origen fluvial, que en ocasiones superan los 100 m de altura, con un marcado control litológico-estructural. Las aristas de interfluvios, en su mayoría, se localizan en las cabeceras de los torrentes que drenan al paraje de Pedro Bello (norte de la hoja), donde están condicionados por tramos más competentes de la serie, que no por capas individualizadas.

Entre las **formas de depósito**, los únicos fondos de valle representables a esta escala de trabajo son el del río Pedernales y los de algunos cursos fluviales que drenan hacia el límite septentrional de la hoja. Los abanicos torrenciales muestran dos generaciones claramente diferenciables en las inmediaciones de la Colonia Agrícola Flor de Oro, próxima a la frontera haitiana, y al sur de Rincón Escondido. En la primera localidad el abanico más antiguo presenta un gran desarrollo, con varios kilómetros de superficie y más de 40 m de espesor. Su ápice se sitúa a la salida de la gran depresión, de origen posiblemente tectónico (*¿graben?*) y también erosional, como consecuencia de lo anterior. Este abanico aparece fuertemente incidido por una garganta, en cuyo extremo se ha generado otro abanico más reciente y de reducida extensión. Éste aparece a su vez incidido por el río Pedernales, de forma que su base se sitúa a unos tres metros sobre el cauce actual de dicho río.

Al sur de Rincón Escondido se dan igualmente dos generaciones de abanicos, aunque con una incisión menor entre ambas. Por otra parte los abanicos más recientes todavía son ocasionalmente funcionales, puesto que sus ápices enlazan con los fondos de valle encajados en los anteriores.

En la desembocadura del río Pedernales se da una superposición de diferentes abanicos funcionales, los procedentes de cauces que descienden desde la ladera de la Sierra de Bahoruco, junto con el generado por el río, el cual aparece cubierto por derrames de canal a ambos lados del cauce principal. A poca distancia aguas arriba, dicho cauce aparece jalonado por pequeñas terrazas de reducida extensión, situadas a pocos metros sobre el mismo y en el interior de sus meandros.

En el extremo nororiental de la hoja (río Las Damas y arroyo Mal Paso) existe otra generación de terrazas, más antiguas que las anteriores. Se sitúan a más de cien metros sobre los cauces actuales, y cubren escalones o plataformas bajo las cuales los valles fluviales presentan el perfil de una garganta, con laderas próximas a la vertical.

3.2.3. Formas eólicas

Sólo representadas por pequeño campo de dunas cementadas situado al este de Pedernales. Debe corresponder a un resto de lo que debió ser una formación extensa, como sucede en las hojas colindantes hacia el este.

3.2.4. Formas marinas-litorales

Las únicas **formas erosivas** litorales presentes en esta área son los paleoacantilados que limitan los bordes externos de las plataformas o superficies de erosión que se analizan más adelante. En esta área aparecen más degradados por karstificación que en la hoja contigua de Cabo Rojo

Entre las **formas de depósito**, las paleoplayas, playas fósiles, o playas de bolsillo, son las más representativas del área. Abad *et al.* (2008).han identificado tres episodios, de los cuales el más antiguo cubre o fosiliza parcialmente la superficie o terraza marina más baja. En esta hoja sólo aparecen los dos episodios más recientes. Hacia el oeste quedan cubiertos por los abanicos torrenciales antes descritos. Entre ambas paleoplayas se localiza el extremo de un área de encharcamiento temporal de laguna costera antigua. Entre la paleoplaya más reciente y la playa de arena actual, se encuentra un extenso cordón litoral, con una anchura de varios cientos de metros.

3.2.5. Formas originadas por meteorización química

Se distribuyen en toda la hoja y en su mayoría corresponden a dolinas y superficies de lapiaz. En el sector meridional de la hoja la densidad de aquellas es mayor que en el resto, por lo que se ha delimitado como campo de pequeñas dolinas una extensa área que se extiende también en la hoja de Cabo Rojo. Las más numerosas son las dolinas de fondo plano y las pequeñas dolinas, de las cuales no se han llegado a representar todas debido a su pequeño tamaño para esta escala de trabajo. En ocasiones éstas se sitúan a lo largo de líneas identificadas como alineaciones morfológicas con control estructural. Son también frecuentes las dolinas capturadas, como consecuencia de las elevadas tasas de incisión vertical de la red de drenaje.

Existen diversas uvalas con fondo plano, que alcanzan una superficie de 1 km², parcialmente ocupado por arcillas de descalcificación y pequeñas dolinas. Son minoritarias las dolinas en embudo, que se restringen a la mitad meridional de la hoja.

Las superficies de lapiaz desnudo son la tónica dominante del área, aunque sólo se han representado en lugares donde presentan un desarrollo más acentuado, como el sector meridional.

En la mitad septentrional del área se han identificado tres depresiones con fondo plano y cubierto de arcillas de descalcificación, dos en Rincón Escondido y otra en la zona más elevada en el centro de la sierra de Bahoruco. Todas ellas aparecen capturadas por la incisión fluvial actual, por lo que se las ha representado mediante el símbolo de límite de paleopolje.

3.2.6. Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso genético, habiéndose reconocido como tales las superficies de erosión degradadas, glacis de vertiente, depósitos de origen aluvial-coluvial y un escarpe.

Las superficies de erosión degradadas constituyen la forma más determinante del relieve y paisaje en el sector meridional de la península de Bahoruco. Pese a su origen debido a abrasión marina, no se han representado como terrazas marinas, si no como superficies poligénicas de erosión, dado que se da continuidad lateral entre éstas y las superficies de erosión definidas en el norte de la hoja de Enriquillo, donde su génesis es claramente poligénica y su morfología no es la de plataformas de abrasión, si no la de niveles de encajamiento de la red hidrográfica, con suaves paleorelieves. Por otra parte, en ambos sectores dichas superficies presentan restos dejados por la erosión de importantes perfiles de alteración, (baxitas de la mina de Las Mercedes).

En el entorno de Cabo Rojo y Punta Ceminche (hoja contigua de Cabo Rojo) es donde mejor se conservan dichas superficies, habiéndose identificado hasta cinco principales, de las cuales las que aparecen mejor individualizadas son las dos más altas (S_1 y S_2). Sobre ellas se detectan otros aplanamientos a distintas alturas y más difíciles de delimitar, que en algunos casos se han identificado como S_0 . Por debajo de las anteriores, la superficie S_3 , tiene una gran extensión y continuidad, pero en ocasiones se desdobra en dos, e incluso en cuatro (coincidiendo con el paralelo de Cabo Rojo).

En esta hoja se identifican hasta cinco superficies, de las cuales se ha designado como S_1 la más extensa de todas y que además parece cubierta en un sector por las alteritas que se explotan para la obtención de bauxitas. Por encima de ella aún puede identificarse otra menos extensa y más degradada (S_0). Por debajo se da un solapamiento o coalescencia (desaparición lateral del paleocantilado) de las superficies S_2 y S_3 , que sin embargo aparecen bien diferenciadas en la hoja de Cabo Rojo y también en el límite meridional de ésta. Bajo ella la superficie S_4 presenta una reducida extensión, aparece bastante degradada por karstificación y desnivelada por las fallas con actividad reciente, presentes en la Loma de Peblisque. La superficie S_5 no llega a aflorar, ya que en la hoja contigua de Cabo Rojo desciende progresivamente hacia el norte, hasta quedar enterrada por las paleoplayas, ya en la presente hoja

En general, parece que no solo la superficie S_5 , también las más altas experimentan un descenso en las inmediaciones de la banda de fracturación del río Pedernales, lo cual es un indicador de actividad neotectónica o reciente. Por otra parte, la base del paleocantilado correspondiente a la superficie S_4 también desciende hacia el noroeste, desde la cota 60 m, al pie de la Loma de Peblisque, hasta 20 m, en el lugar donde queda cubierto por los abanicos fluviales de la desembocadura del río Pedernales. Este paleocantilado es el mejor conservado de todos los de esta hoja; los demás aparecen muy degradados por karstificación y enmascarados por el depósito de una formación superficial de brechas calcáreas. Por ello no es posible realizar un seguimiento fiable de la altimetría de las líneas de paleocosta para las superficies superiores a la S_4 .

Son indicadores de movimientos diferenciales en la vertical no sólo las variaciones en las cotas de las líneas de paleocosta (base de los paleocantilados labrados durante máximos marinos), también el solapamiento de superficies que se da en esta hoja, o el desdoblamiento de una de ellas en dos o más (hoja de Cabo Rojo). El solapamiento de superficies - o reducción del número de paleocantilados - se debería a un levantamiento moderado del terreno, mientras que su desdoblamiento correspondería a un ascenso acelerado, por comparación al anterior.

El solapamiento de superficies, que se da en esta hoja, o el desdoblamiento de una de ellas en dos o más (hoja de Cabo Rojo), son también indicadores de movimientos verticales simultáneos a su génesis. El solapamiento o reducción del número de paleocantilados se debería a un ascenso moderado en dicho sector, y cuando se

produce lo contrario indicaría un levantamiento acelerado. Esto junto con el control de las variaciones observadas en las cotas de la base de los paleoacantilados (paleolíneas de costa para los máximos marinos), ha permitido deducir en la contigua hoja de Cabo Rojo la existencia de grandes y suaves sinclinales y anticlinales (representados en el Mapa de Procesos Activos y en la Figs. 5 y 6), que se prolongan y parecen finalizar en la presente hoja, posiblemente en la banda de fracturación ya mencionada del río Pedernales. De hecho, en las inmediaciones de este río se detectan aplanamientos aislados a cotas variables, por lo que bien pueden ser terrazas erosivas de origen fluvial y posteriores a las superficies anteriores, o bien plataformas marinas desniveladas por las numerosas fracturas de la zona.

En el capítulo dedicado a los Procesos y Tectónica activos del área, se describen la ubicación y rasgos del relieve relacionados con los pliegues mencionados.

Finalizando con las formas poligénicas, los glacis de vertiente situados en la cabecera de la cuenca fluvial del arroyo de Cuavas, y en el paraje Los Naranjos (sector nororiental de la hoja), son formas de enlace entre algunas de las ladera de este sector, en ocasiones cubiertas por coluviones, y las plataformas o escalones colgados sobre las gargantas fluviales, a una altura sobre el fondo de éstas, que en ocasiones supera los 200 m.

Se han identificado como depósitos de origen aluvial-coluvial, y por tanto poligénicos, los que recubren algunas laderas o fondos de valle irregulares, en los que cabe esperar tanto fenómenos gravitacionales como procesos de arroyada.

En el borde septentrional de la hoja se ha identificado un escarpe de origen poligénico, que se prolonga en la contigua hoja de Jimaní, puesto que aunque su génesis es esencialmente fluvial, presenta un marcado control litológico-estructural.

4. FORMACIONES SUPERFICIALES

Se consideran como tales todas aquéllas formas con depósito, consolidado o no, relacionadas con el modelado del relieve actual, y que por su extensión pueden ser cartografiadas. Su geometría, tamaño y génesis, han sido tratados en el estudio del modelado. En lo que sigue se describe la litología, textura, potencia, y edad de las mismas. En relación con este último aspecto, por el momento solo se dispone en la región de un único dato referente a las construcciones biogénicas presentes en la

costa de la bahía de Neiba. Su edad ha sido determinada por métodos radiométricos (Taylor *et al.*, 1985), que han señalado una antigüedad de 124.000 años (Pleistoceno), sensiblemente mayor que la establecida para los afloramientos análogos distribuidos en torno al lago Enriquillo (5.000-10.000 años), pertenecientes al Holoceno. Ambas dataciones constituyen por el momento las únicas referencias cronológicas para el conjunto de procesos exógenos y endógenos acaecidos durante el Cuaternario, en el sector meridional de la isla La Española.

4.1. Formaciones gravitacionales

4.1.1. Arcillas con cantos y bloques de caliza. Derrumbe (a). Holoceno

En el ámbito de la hoja sólo se ha localizado un fenómeno de ladera de pequeño tamaño, situado en la margen izquierda del río Pedernales, cuya caracterización es dificultosa debido a la elevada pendiente que ocupa y la abundante vegetación. Se ha optado por su identificación como avalancha o derrumbe, puesto que parece presentar un carácter epidérmico o superficial en una ladera con fuerte pendiente. En su cabecera existen diversas grietas o cicatrices de despegue, con leves desplazamientos escalonados, que podrían ser el origen de un posible deslizamiento de mayor envergadura, todavía no desarrollado. El material ya desprendido es una masa arcillo-limosa, con bloques y canturral calcáreo de color blanquecino. Su espesor puede estimarse en unos pocos metros, aunque en la base puede ser mayor

4.1.2. Limos y arcillas con cantos. Coluviones (b). Holoceno

Esta formación presenta gran variabilidad en su composición. Son depósitos de cantos heterométricos y subangulosos, englobados en una matriz areno-arcillosa, procedentes del desmantelamiento de las vertientes; por ello, la naturaleza de sus componentes varía en función de la composición del área madre. Su potencia y características internas también son variables, no pudiendo precisarse aquélla, que puede alcanzar seis metros o más en los coluviones más extensos y desarrollados, presentes en la ladera norte de la sierra de Batoruco.

4.2. Formaciones fluviales y de escorrentía superficial

4.2.1. Conglomerados gravas y arenas. Abanicos torrenciales antiguos (c). Pleistoceno-Holoceno

Esta formación presenta buenos cortes para su observación, puesto que aparece incidida por la red hidrográfica. Al sur de Rincón Escondido muestra una sucesión de arenas y limos con cantos calizos dispersos, entre los que se intercalan facies de canal con bases erosivas de cantos y bloques subredondeados de calizas y calizas margosas, que en ocasiones alcanzan 30 cm de diámetro. En algunos de estos canales se observa estratificación cruzada propia de barras de acreción en canales anastomosados. El techo de la formación presenta una mayor cementación que el resto, lo que le confiere una mayor resistencia a la erosión, que a su vez propicia la formación de una ceja o resalte que estabiliza el escarpe. En esta localidad alcanza entre 20 y 25 m de espesor, mientras que en el gran abanico próximo a la Comunidad Agraria Flor de Oro, puede llegar a los 40 m.

Se le asigna una edad Pleistoceno-Holoceno, por correlación con abanicos equivalentes de la hoja de Enriquillo, en cuya base afloran arrecifes coralinos del Pleistoceno superior.

4.2.2. Conglomerados, arenas, arcillas y limos. Terrazas altas (d). Pleistoceno

En el límite septentrional de la hoja, en un talud de la carretera de acceso a Puerto Escondido desde Barahona, puede observarse un corte detallado de esta formación. Aparece constituida por un tramo arcillo-limoso situado en su base, de color rojo pálido, en el que aparecen niveles arenosos más claros, con cantos rodados de pequeño tamaño. Sobre ello aparece un gran paleocanal con base erosiva, formado por cantos subredondeados de caliza, de hasta 20 cm de diámetro y matriz arenosa. El tramo inferior aparece afectado por numerosas microfallas de pequeño salto.

Se asigna una edad Pleistoceno, dado el importante encajamiento del río Las Damas, posterior al depósito de esta formación. En el lugar del afloramiento descrito el desnivel entre ambos ronda 120 m, aunque alcanza los 200m en afloramientos equivalentes situados aguas arriba, sobre las plataformas en las que se encaja la garganta del arroyo de Mal Paso.

4.2.3. Conglomerados y arenas. Terrazas bajas del Río Pedernales (e). Holoceno

Formación superficial que aparece restringida al cauce del río Pedernales cerca a su desembocadura. Aparece como plataformas de reducida extensión, entre tres y cinco metros sobre el cauce actual. La incisión de éste permite en algunos lugares su observación parcial. Aparece como niveles lentejonares de conglomerados de cantos calizos subredondeados, con matriz arenosa, rodeados de arenas y limos. Su espesor oscila entre uno y dos metros. Dada la reducida incisión del cauce actual bajo estos depósitos, se estima una edad holocena para los mismos.

4.2.4. Arenas, gravas y conglomerados. Abanico torrenciales. Conos de deyección (f). Holoceno

Presentan proporciones variables de gravas, arenas y lutitas, cuya composición es función del área madre, por lo que predominan los integrantes de naturaleza calcárea, agrupados en sucesiones de niveles, de orden decimétrico a métrico, de gravas redondeadas heterométricas, con bloques cuyo diámetro puede sobrepasar los 50 cm. Su espesor también es muy variable, tanto entre los diversos conos como dentro de cada uno de ellos, pudiendo alcanzar 10 m en algunos casos.

4.2.5. Conglomerados, gravas y arenas. Fondos de valle (g). Holoceno

Los únicos fondos de valle representados en esta hoja, corresponden al cauce del río Pedernales y a algunos de los cauces del borde septentrional de la hoja. Están constituidos por gravas y arenas de naturaleza carbonatada principalmente. Las gravas contienen cantos redondeados heterométricos, con un diámetro de 10-20 cm. No existen cortes que permitan determinar su espesor, que puede variar en función de las irregularidades del lecho que cubren.

4.2.6. Arenas y gravas. Derrames de canal (h). Holoceno

Es una formación muy somera que cubre parte del abanico desarrollado en la desembocadura del río Pedernales, por lo que su espesor debe oscilar en torno a un metro. No existen cortes o afloramientos que permitan su observación y en superficie aparece como un canturreal de cantos rodados de caliza sobre una superficie arenosa. Esta formación se ha identificado gracias a la fotointerpretación, en la que se observan

surcos o líneas divergentes a partir del lecho principal del río, un rasgo que, sin embargo, no se detecta sobre el terreno.

4.3. Formaciones eólicas

4.3.1. Arenas. Manto eólico (i). Holoceno

Es la formación superficial peor identificada de todas, por la reducida extensión de su afloramiento y la vegetación de tipo espinoso que la cubre. Está constituida por arenas y limos bioclásticos, con cementación carbonática que ha propiciado la conservación de algunas formas dunares. No existen excavaciones ni cortes naturales sobre la misma, por lo que solo puede estimarse su espesor en unos pocos metros.

Su edad se asigna al Holoceno, aunque podría ser más antigua, en el caso que fuesen equivalentes a los depósitos eólicos de la hoja colindante hacia el sur, puesto que en las inmediaciones de Cabo Rojo, la cartografía geológica (escala 1:50.000) ha permitido comprobar como los depósitos eólicos aparecen erosionados y cubiertos por la paleoplaya más baja y reciente de las tres allí definidas.

4.4. Formaciones marinas-litorales

4.4.1. Calizas oolíticas y bioclásticas. Paleoplayas (playas de bolsillo) (j, k). Pleistoceno

De los tres episodios o generaciones de paleoplayas identificadas en Cabo Rojo, son las dos más recientes las que aparecen en esta hoja. Están constituidas por areniscas oolíticas y bioclásticas, con fuerte cementación carbonatada y estratificación cruzada de bajo ángulo. La paleoplaya más reciente tiene una cementación menos acusada que la anterior. En ocasiones presentan cicatrices o superficies de acreción con bioclastos de mayor tamaño. En planta las líneas de acreción y la base de la formación presentan un trazado arqueado y cóncavo hacia el mar. Su espesor puede oscilar entre tres y cinco metros.

En la hoja contigua de Cabo Rojo, se ha podido observar como estos materiales han sido erosionados y modelados por la plataforma de abrasión, que posiblemente pudiera atribuirse a la transgresión Flandriense, ya que aparecen situados muy próximos al nivel del mar actual, por lo que se les asigna una edad Pleistoceno

superior. Por su cota y su relativa continuidad sedimentaria, la formación de estas paleoplayas se asocian a los interestadiales a, c y e del estadio isotópico 5, a la espera de dataciones absolutas más precisas.

4.4.2. Lutitas y arenas finas. Área pantanosa de laguna costera antigua (l). Pleistoceno

En esta hoja ocupa una reducida extensión en el borde meridional de la misma, desde donde se prolonga en la hoja contigua. Este área pantanosa ya no experimenta la influencia marina, salvo en tormentas excepcionales, y se sitúa entre las dos paleoplayas ya descritas. Está formada por limos de decantación, con restos de materia orgánica resultante de su parcial colonización por la vegetación. Desde un punto de vista petrográfico son calizas muy ricas en matriz micrítica, del tipo *mudstone* a *wackstone* que, en ocasiones, muestran una fina laminación paralela definida por cambios de color y presentan una icnofábrica bien desarrollada. Su formación puede relacionarse con el desarrollo de pequeñas masas de aguas confinadas tras las barras arenosas que acrecionan en la costa, especialmente en el inicio de cada etapa de progradación litoral que representan las paleoplayas

Al igual que los depósitos de alta energía, su relación sedimentaria con las paleoplayas permite asignarles una edad Pleistoceno superior. Su espesor estimado podría alcanzar entre 5 y 10 m.

4.4.3. Arenas. Cordón litoral antiguo (m). Holoceno

Formación que ocupa una banda costera de varios cientos de metros de anchura, separando la playa actual de la paleoplaya. Llega a elevarse 2 o 3 m sobre el nivel del mar. Está constituida por arenas bioclásticas y oolíticas, con cementación carbonatada incipiente. Su espesor se estima entre 5 y 7 metros.

4.4.4. Arenas oolíticas y bioclásticas. Playas (n). Holoceno

Ocupa toda la línea costera de la hoja, aunque pierde su morfología habitual en la desembocadura del río Pedernales, donde presenta numerosos cantos rodados de caliza, retrabajados y aplanados por el oleaje. Son arenas oolíticas, algo fangosas, bioturbadas por crustáceos y anélidos, bien seleccionadas, con contenidos variables en bioclastos, sobre todo moluscos y corales. El espesor de esta formación puede estimarse en unos pocos metros.

4.5. Formaciones originadas por meteorización química

4.5.1. Arcillas rojas. Argilizaciones con bauxita (ñ). Pleistoceno-Holoceno

Esta formación presenta su máximo desarrollo en el lugar ocupado por la explotación de bauxita Las Mercedes, donde aparece sobre la superficie de erosión S₁. Con una extensión algo menor, también se encuentra en las inmediaciones del Parque Nacional de Pelempito, donde también ha sido explotada, si bien las labores ya han sido abandonadas. Este segundo afloramiento se encuentra a una altura muy superior a la del anterior (1300 y 450 m respectivamente). En la cañada Posimán Napó también se da otro afloramiento, en el fondo de una depresión de origen kárstico.

En todos los casos se trata de restos dejados tras el desmantelamiento parcial de un importante perfil de alteración, debido a argilización y karstificación del sustrato. Con el desmantelamiento o la explotación, éste aparece con numerosos pináculos con las características de un lapiaz enterrado. La alterita está constituida por arcillas y limos con intenso color rojo-púrpura, con niveles endurecidos que deben corresponder a concentraciones de los óxidos e hidróxidos de aluminio, junto con pequeños fragmentos de rocas calizas de contornos irregulares.

El espesor máximo observado alcanza la decena de metros en la mina Las Mercedes. La edad de esta formación ha de ser pleistocena, puesto que se trata de restos dejados por el desmantelamiento de una alterita con un desarrollo importante.

4.5.2. Arcillas de descalcificación. Relleno de dolinas (o). Pleistoceno-Holoceno

Son arcillas rojas de aspecto masivo, con clastos dispersos del sustrato calizo, puesto que son el producto de la descalcificación de éste. Suelen ocupar el fondo de dolinas y depresiones debidas a disolución y modelado kárstico, como son los paleopoljes de la mitad septentrional de la hoja, donde ocupan el fondo plano de los mismos. Su espesor debe variar en función de la envergadura de los procesos de disolución, pudiendo superar la decena de metros en las mencionadas depresiones.

En cuanto a su edad, se han asignado, de forma bastante imprecisa, al Pleistoceno-Holoceno.

4.6. Formaciones poligénicas

4.6.1. Brechas calcáreas cementadas con matriz rojiza (p). Pleistoceno-Holoceno

Esta formación está constituida por brechas calizas de composición variable, dependiendo de la del sustrato en cada lugar, con una matriz limo-arcillosa y fuertemente cementación, lo que le confiere una competencia similar a la del sustrato. Su origen puede estar en el arrastre y acumulación en pequeñas depresiones, de materiales sueltos producidos por la karstificación subaérea. El drenaje esporádico y repetido sobre dichos materiales habría ocasionado su rápida e intensa cementación carbonatada. Su espesor oscila desde uno hasta la decena de metros. Su edad puede abarcar el Pleistoceno y Holoceno.

4.6.2. Arcillas con cantos y bloques. Aluvial-coluvial (q). Holoceno

Esta formación se ha establecido con el objeto de representar recubrimientos del sustrato que no llegan a presentar la morfología característica de un coluvión, ni la de cualquier depósito fluvial, por lo que se consideran como depósitos poligénicos generados por fenómenos de ladera y por arroyada esporádica. Ocupa parte de la fosa tectónica situada junto a la frontera de Haití y otros recintos menos extensos situados en el límite oriental de la hoja. No se han observado cortes de la misma, por lo que su composición se estima de forma similar a la de los coluviones: limos y arcillas con cantos de composición dependiente de la del sustrato, con espesores de unos pocos metros.

4.6.3. Gravas y arenas y lutitas. Glacis de vertiente (r). Holoceno

Los glacis de vertiente del sector nororiental de la hoja, ya descritos en el capítulo dedicado a las formas del modelado, son rampas o formas de enlace de las laderas y sus coluviones con el escarpe de las gargantas fluviales situadas en algunos afluentes de los arroyos de Cuavas y de Mal Paso. Dichos escalones aparecen cubiertos por cantos subangulosos de caliza, junto con una matriz limo-arcillosa. No se han podido observar cortes que permitan una descripción más detallada o la medición de su espesor. Éste podría estimarse en unos pocos metros.

Su edad corresponde al Pleistoceno, dado que estos glacis ocupan una posición muy elevada (hasta 200m) sobre el fondo de las gargantas fluviales.

5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

La morfología de la región es el resultado de la evolución tectónica de la cuenca mesozoica y terciaria, que en sus últimas o más recientes etapas (Mioceno hasta la actualidad) se ha caracterizado por un régimen transpresivo (izquierdo) que ha provocado la paulatina emersión de la isla y la distribución de las unidades principales del relieve, que en el sector suroccidental son: sierras de Neiba, Martín García y Bahoruco y cuencas de Enriquillo y San Juan). En el Cuaternario, el relleno de las cuencas y los depósitos que jalonan los relieves y las superficies de erosión, han experimentado procesos de tectónica activa en el contexto geodinámico mencionado.

La estructura esencial de la sierra de Bahoruco permite definir los dos dominios morfoestructurales ya descritos anteriormente: vertiente septentrional y vertiente meridional de la sierra de Bahoruco. La primera presenta una deformación más intensa y compleja, que la segunda, la cual responde en lo esencial, a un relieve monoclinial que, de norte a sur, desciende de forma paulatina desde las cumbres de la mencionada sierra hasta el nivel del mar, con suaves pliegues cuyo desarrollo ha proseguido en tiempos recientes. En la hoja (1:100.000) de Pedernales, la superposición de ambas etapas ha creado la morfoestructura, con una tendencia regional ascendente que ha motivado la emersión paulatina de la isla y la creación de terrazas marinas y paleocatilados, que ulteriormente han experimentado, retrabajamiento y degradación debidos al modelado kárstico y en menor medida fluvial, y a procesos de alteración del sustrato.

Las superficies de erosión no ha sido resultado exclusivo de la abrasión marina, puesto que en el sector septentrional de la hoja de Enriquillo aparecen como sucesivos niveles de erosión y encajamiento de la red hidrográfica, en un número similar al de las principales terrazas marinas del resto e la península de Bahoruco. Fuese su origen marino o poligénico, según los sectores, en ambos casos se elaboró una superficie bastante generalizada (S_1), en la que llegaron a desarrollarse importantes perfiles de alteración (rubefacciones y argilizaciones).

Anteriormente al desarrollo de esta superficie, debieron de producirse otros aplanamientos, peor conservados y de origen incierto, también con restos de alteritas.

Durante el Pleistoceno prosiguió la tendencia general al levantamiento de la isla, que junto con las oscilaciones eustáticas debidas a las glaciaciones, crearon hasta cinco

superficies principales, que en la actualidad se distribuyen en la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco de esta hoja, entre cotas próximas a los 400 m para la superficie S_1 y el nivel marino actual.

De forma simultánea a dicho levantamiento, el área experimentó un plegamiento y la formación o reactivación de diversas fallas. Los pliegues mencionados (ver Figs. 5 y 6), que se describen en el apartado dedicado a las formas poligénicas, produjeron suaves ondulaciones en las superficies de erosión, que se detectan como:

- basculamientos de las superficies dirigidos tierra adentro
- variaciones de las cotas de la base de cada paleoacantilado (línea de paleocosta)
- sectores con desdoblamiento de una superficie en varias y sectores con superposición o solapamiento de dos superficies

La última circunstancia mencionada es la prueba fehaciente de la simultaneidad del plegamiento con la elaboración de las superficies, en especial durante el desarrollo de la S_3 , que en unos lugares llega a desdoblarse en cuatro escalones o superficies, mientras que en otros parece solaparse con las contiguas. En la hoja de Pedernales se produce un solapamiento entre las superficies S_2 y S_3 . Las zonas de desdoblamiento de superficie se interpretan como áreas con ascenso acelerado (culminaciones anticlinales) y las de solapamiento como áreas en hundimiento, por comparación con las anteriores (surcos sinclinales).

La actividad de dichos pliegues se prolongó aún después de la elaboración de la S_5 , dado que las cotas de la base de su paleoacantilado (*paleoshore line*), en la hoja de Cabo Rojo presentan diferencias de varias decenas de metros. En la hoja de Pedernales dicha superficie no aflora por quedar cubierta por las paleoplayas. No obstante la base del paleoacantilado correspondiente a la superficie S_4 (el mejor conservado de todos en esta hoja) desciende 40 m hacia el noroeste a lo largo de unos 3 km, hasta quedar cubierto por abanicos fluviales.

En la hoja de Pedernales y en etapas recientes de esta evolución (Pleistoceno superior) se formaron dos paleoplayas.

Los depósitos eólicos, presentes en la hoja de Pedernales sobre la superficie S₄, también pueden estar vinculados con las últimas oscilaciones eustáticas, dado que en la contigua hoja de Enriquillo existen materiales análogos, que allí forman grandes dunas longitudinales, las cuales se prolongan bajo el nivel del mar. Esto implica que su formación es anterior a la transgresión Flandriense.

Posteriormente a dicha transgresión se está produciendo acreción litoral de la costa, en la que participan los materiales aportados por la desembocadura del río Pedernales y la formación de un extenso cordón litoral

De forma simultánea a todo lo anterior, a lo largo del Cuaternario el modelado kárstico ha creado numerosas dolinas de disolución, excepcionalmente de colapso, y diversas áreas subsidentes con arcillas de descalcificación. Algunas de estas formas exokársticas se ubican a lo largo de fracturas o bien de cursos fluviales levemente incididos en las superficies de erosión y sus paleoacantilados, indicando el desarrollo de un importante endokarst con drenaje hacia la costa. Por otra parte, los episodios climáticos con mayor contraste estacional debieron potenciar la formación de las alteritas con bauxita, hoy en explotación

6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

Se consideran procesos activos a aquellos fenómenos de origen endógeno o exógeno, que bajo determinadas circunstancias pueden constituir riesgos geológicos. Por tanto, su cartografía representa un inventario de procesos geológicos funcionales, a lo que hay que añadir el carácter imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, incluso en áreas de baja actividad.

Los datos reflejados en la cartografía son una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio y están basados en la fotointerpretación de las fotos aéreas disponibles y en el reconocimiento de campo en determinadas áreas. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la 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.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que a esta escala de trabajo carecen de representación algunos fenómenos claramente perceptibles sobre el terreno. Sirva de

ejemplo la nutrida red de arroyos y cañadas de las áreas montañosas, afectadas por procesos erosivos y, al menos temporalmente, de sedimentación e inundación: los primeros son representables mediante el correspondiente símbolo de incisión lineal, pero la escala no permite una representación de la superficie ocupada por los segundos.

En lo que sigue se describen los diversos tipos de actividad: sísmica, neotectónica, asociada a movimientos de laderas, por procesos de erosión, de inundación y de sedimentación y asociada a litologías especiales.

6.1. Actividad sísmica

La sismicidad es un proceso activo relevante en la La Española, como consecuencia de su situación en el límite entre dos placas: Norteamericana y del Caribe. Actualmente existe un 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 es más amplio. 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 Proyecto SYSMIN (Prointec, 1999) y su registro es, por tanto, muy parco.

Por ello, los registros más antiguos existentes provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que en ellos solo figuran los eventos con magnitudes grandes. Los de pequeña magnitud han sido cubiertos por las redes sísmicas de otros países cercanos, como es el caso de la red puertorriqueña que cubre la zona oriental de la República Dominicana.

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las bases de datos de la Red Sísmica de Puerto Rico (PRSN), a través de la cual se puede consultar el catálogo de sismos registrados por las diferentes agencias para el periodo

comprendido entre 1986 y la actualidad. Se han proyectado los epicentros correspondientes a dicho periodo, en un rectángulo que comprende la península de Bahoruco y la Bahía de Ocoa (longitudes: $72,000^{\circ}$ – $70,000^{\circ}$ y latitudes: $17,500^{\circ}$ – $18,500^{\circ}$) (ver Fig. 4). Puede comprobarse como el registro es escaso, aunque se aprecia cierta concentración de epicentros en relación con la costa oriental de la península de Bahoruco, la cual tiene un marcado control tectónico, referido por algunos autores como falla de Beata.

En la hoja de Pedernales (ver esquema sismotectónico en el mapa de Procesos Activos) solo quedan incluidos dos sismos para el periodo considerado, ambos con una profundidad de su hipocentro en torno a 25 km y magnitudes próximas a 4. Uno de ellos se sitúa en la frontera con Haití y cerca de la gran fosa tectónica con forma triangular, ya descrita en el apartado de formas estructurales. El otro evento se localiza en el límite septentrional, ya próximo a las fallas que delimitan la sierra de Bahoruco de la cuenca de Enriquillo.

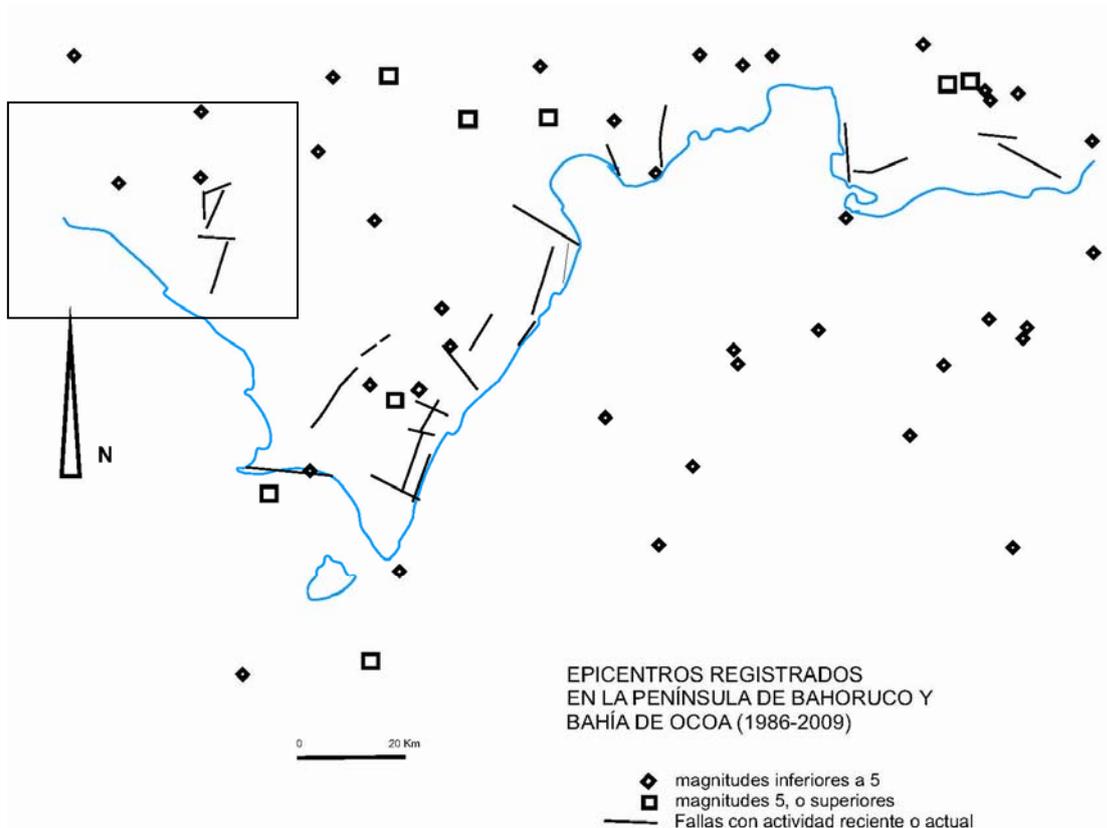


Fig.4 Sismicidad en la península de Bahoruco y bahía de Ocoa para el periodo 1986-2009 y situación de la hoja de Pedernales

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 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 con una velocidad 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 hoja (localidad de Pedernales), por ser costa baja cabe esperar una incidencia importante de un posible tsunami.

6.2. Tectónica activa

Las **fallas** representadas en el Mapa de Procesos Activos son aquellas de las que se puede inferir actividad al menos en el Pleistoceno, dado que presentan algún tipo de control en el relieve o bien afectan a depósitos con esta edad. Se enumeran a continuación las fallas con actividad reciente comprobada.

- En el entorno de la Colonia Agraria La Flor de Oro, existe una falla con dirección E-O, que en su extremo occidental desnivela unos pocos metros el gran abanico de primera generación presente en dicho lugar, hundiendo el bloque meridional.
- En otro abanico posterior y encajado en el anterior (2^a generación), a unos tres metros sobre el cauce del río Pedernales aparece la base de dicho abanico desplazada por una falla de dirección N-S y buzamiento de 60⁰ al oeste, con un hundimiento de varios metros del bloque de techo, hasta un nivel por debajo del cauce de dicho río., por lo cual no es posible conocer la magnitud de dicho salto vertical.
- En el afloramiento – descrito en el apartado de Formaciones Superficiales – de una de las terrazas altas del río Las Damas existen numerosas microfallas normales, algunas de las cuales también presentan pequeña componente direccional.

Otras fracturas con posible actividad reciente se localizan en:

- En el límite meridional de la hoja, la Loma de Peblique y la superficie estructural situada al sur de la misma, aparecen compartimentadas y desniveladas por dos familias de fracturas con direcciones: NO-SE y NNO-SSE.
- En la mitad septentrional de la hoja se produce diversas inflexiones bruscas de la red de drenaje, en sentido izquierdo sobre algunas de las fallas transcurrentes de dirección ONO-ESE, y en sentido contrario en fallas del mismo tipo, con dirección NO-SE, situadas en el centro de la hoja. No se han observado – o no se han producido – lomas de obturación, por lo que cabe la posibilidad que dichos giros se deban a incisión de la red a favor de las zonas de falla, para continuar después según la pendiente general del relieve, aunque los giros observados en algunos casos, se producen en al menos en dos cursos fluviales sobre cada fractura, lo que avalaría su origen tectónico.

- También en el sector septentrional, diversas facetas triangulares de falla, escarpes de falla y fallas con indicación de bloque hundido, pueden corresponder a fracturas activas o con actividad reciente.

Los **pliegues** que afectan a las superficies de erosión de la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, constituye lo más destacable de la tectónica activa del área. Son pliegues de gran radio, con dirección NO-SE, que ondulan y basculan a un lado y otro, en dirección perpendicular a la misma, las superficies de erosión. En el apartado dedicado a la descripción de las formas poligénicas se han descrito dichas superficies y se ha aludido a los pliegues que las desnivelan. En lo que sigue se describen las formas del relieve debidas a los mismos dentro de la presente hoja (ver Fig. 5).

El más septentrional corresponde a un sinclinal abierto, que pliega tanto las calizas de la Unidad de Las Mercedes y de la F. Neiba, como la superficie de erosión S_1 que trunca dicho sinclinal, en cuyo núcleo se aloja las alteritas explotadas en la mina Las Mercedes. Sobre el terreno puede constatarse como en el flanco suroccidental de dicho sinclinal, las capas del sustrato buzcan 14^0 al NE, en tanto que la superficie de erosión presenta una pendiente o basculamiento de unos 7^0 en el mismo sentido. Por consiguiente, se trata de un pliegue cuyo desarrollo se inició antes de la elaboración de la mencionada superficie.

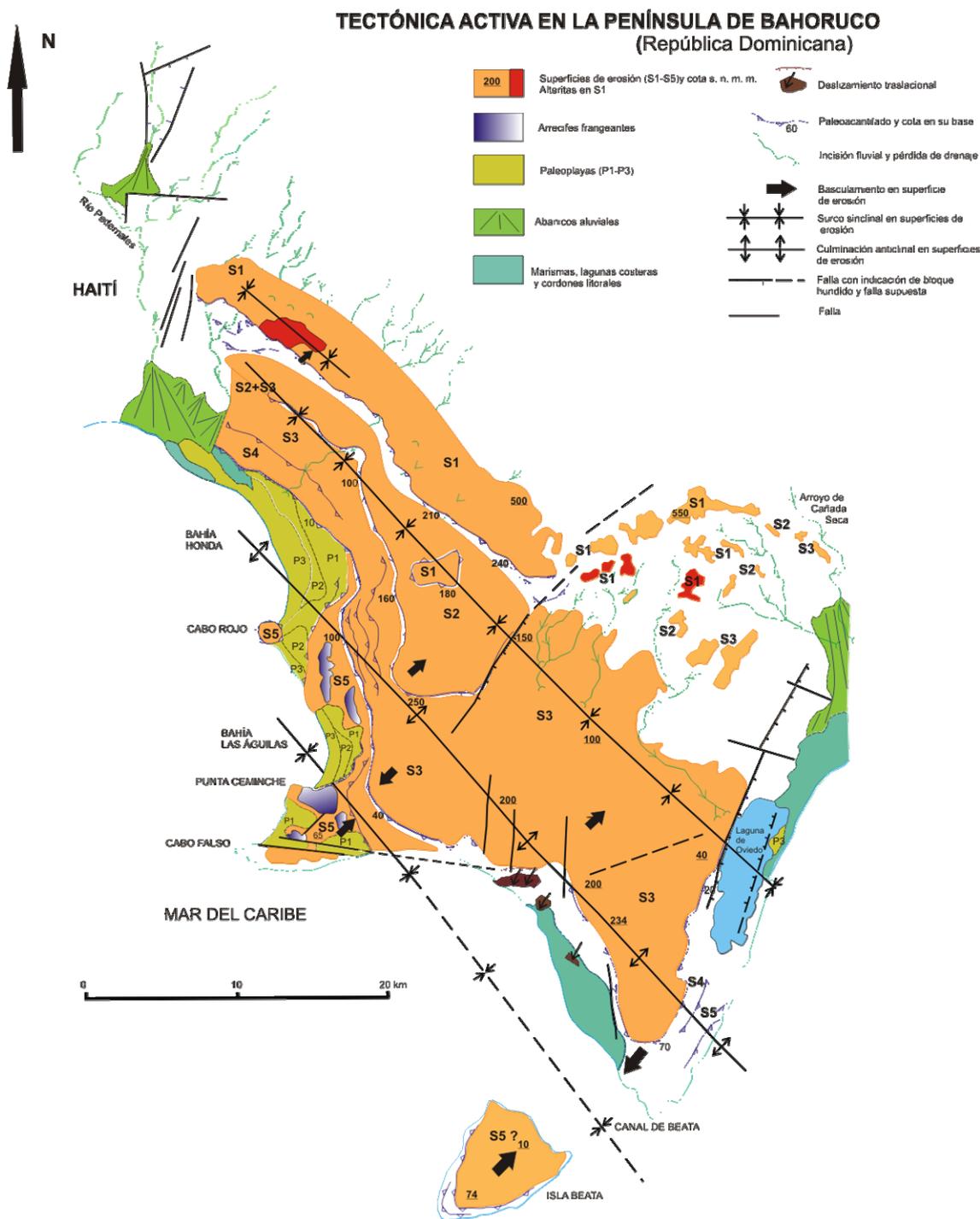


Fig. 5. Estructuras y formas del relieve relacionadas con la tectónica activa en la península de Bahoruco.

Al suroeste del pliegue anterior, se sitúa el extremo de otro sinclinal que se prolonga desde las inmediaciones de Cabo Rojo, donde coincide con el bajo topográfico en la línea de paleocosta para la superficie S₃, y se prolonga hacia el sureste, hasta el sinclinal colgado (en la superficie S₁) de la Loma del Guano. En la hoja de Pedernales

esta estructura viene a coincidir con el solapamiento o coalescencia de las superficies S_2 y S_3 .

Entre ambos sinclinales, la cartografía geológica muestra la existencia de un suave anticlinal en el sustrato, estructura que no puede detectarse en la morfología de las superficies, ya que ésta aparece muy degradada por karstificación y erosión fluvial.

La actividad de estas estructuras se ha prolongado con posterioridad a la elaboración de la superficie más baja (S_4 en esta hoja), puesto que aparece levemente basculada hacia el sinclinal contiguo y su línea de paleocosta desciende hacia el noroeste. En Cabo Rojo se produce un descenso similar en la línea equivalente de la superficie S_5 , y en general en las cotas de las demás superficies. En consecuencia, los pliegues que afectan a las superficies de erosión del sector suroccidental de la península de Bahoruco parecen presentar una débil inmersión hacia el noroeste.

Otros indicadores de posible actividad neotectónica son los encajamientos anómalos de la red de drenaje en el sector septentrional, y una flexión monoclinial deducida de la fotointerpretación, que por su dirección (E-O a NO-SE) podría estar relacionada con la formación de los pliegues anteriores. Dicha flexión también viene marcada por la red de drenaje, dado que algunos cauces corren paralela a la misma durante un tramo de su recorrido, antes de girar de nuevo y recuperar la dirección de la pendiente general del relieve.

El modelo digital del terreno (Fig. 6) permite apreciar, no solo el relieve conforme anticlinal de la sierra de Bahoruco del sector fronterizo con Haití, también las suaves ondulaciones debidas al plegamiento de las plataformas marinas, desarrolladas en la vertiente meridional de dicha sierra.

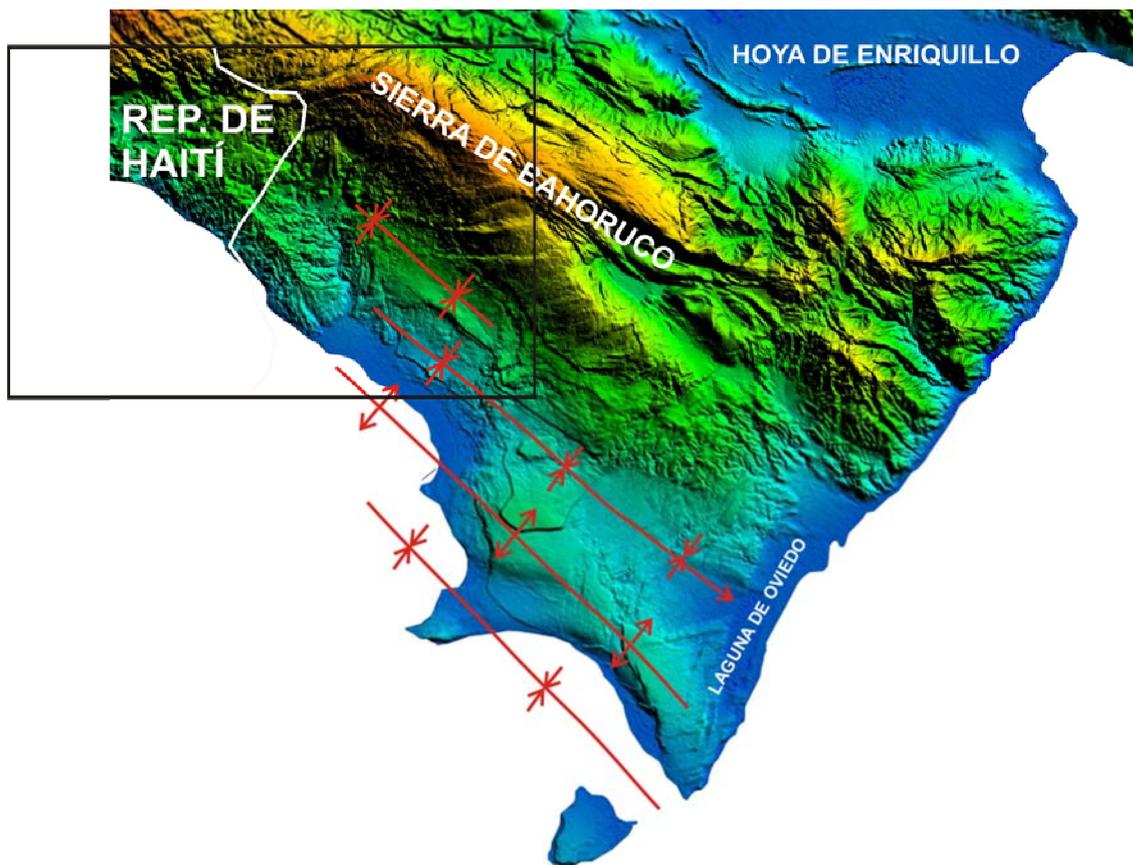


Fig. 6 Modelo digital del terreno en la península de Bahoruco, en el que se aprecian los pliegues que ondulan las plataformas marinas.

6.3. Actividad asociada a movimientos de laderas

La elevada tasa de erosión o de incisión vertical de la red, y el predominio del modelado kárstico, motivan la escasez de depósitos de ladera. Los coluviones, sólo presentan cierto desarrollo en algunas de las laderas de la vertiente norte de la sierra, donde no se han observado fenómenos de ladera que anuncien posibles desestabilizaciones de los mismos. No es así en el valle del río Pedernales y en su tributario por la izquierda, que aparece encajado en el gran cono de deyección antiguo. En ambos se dan pequeños deslizamientos superficiales, que llegan a crear cicatrices de despegue, algunas de las cuales afectan a la pista que recorre la frontera con el país vecino. Por ello es éste un lugar con riesgo debido a fenómenos de ladera, no sólo por su incidencia en esta vía de comunicación, también por la posible ocurrencia de un deslizamiento de mayor envergadura con el que se produjese un represamiento del río Pedernales y posibles episodios de inundación en la localidad de Pedernales, situada a pocos kilómetros aguas abajo.

6.4. Actividad asociada a procesos de erosión

Alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa del norte de la hoja, donde los procesos de erosión quedan reflejados por la fuerte incisión lineal de los arroyos y cañadas, y en especial por la formación de profundas gargantas fluviales. Dicho sector ha sido delimitado como área sometida a intensa erosión. Las áreas acarcavadas del ángulo nororiental, que sólo presentan un desarrollo incipiente, no pueden considerarse como riesgo geológico y no han sido incluidas en dicho recinto.

En los dos tercios meridionales la red de drenaje presenta una tasa de incisión moderada, dada la menor pendiente general de la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, por comparación con la septentrional, exceptuando el río Pedernales, cuyo cauce actual ha profundizado ya bajo los conos de deyección más recientes de dicho lugar. Así mismo presenta una activa erosión lateral en el exterior de algunos de sus meandros, produciendo desestabilización de las laderas y deslizamientos, como el mencionado en el apartado anterior. En definitiva el valle de este río fronterizo merece atención especial, y en su caso estudios de detalle, que acotasen el nivel de riesgo debido a su importante erosión vertical y horizontal y a los fenómenos de ladera inducidos por aquellos.

En general, pero especialmente en la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, la red de drenaje proporciona los valiosos indicadores de actividad neotectónica, ya descritos más arriba.

6.5. Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación

Los procesos de inundación y sedimentación son los que tiene mayor incidencia sobre la población, puesto que derivan de varias actividades: fluvial, litoral, eólica y antrópica, que por lo general operan en áreas deprimidas susceptibles de ser inundadas o de recibir aportes sedimentarios.

Los **procesos eólicos** en el área de estudio se reducen a la leve removilización de limos en el reducido sector ocupado por un manto eólico, que además aparece cementado y colonizado por vegetación, por lo que no presentan incidencia sobre la actividad humana.

Los procesos de **inundación y sedimentación** quedan restringidos a las dos únicas zonas llanas de la hoja, que obviamente corresponden - 38 - a los únicos núcleos de población de la hoja: Pedernales y Puerto Escondido. La primera localidad se asienta sobre el abanico fluvial del río con el mismo nombre, cuya actividad actual se viene comprobando por los frecuentes episodios de inundación que se vienen produciendo durante los huracanes. A ello hay que añadir los posibles represamientos, ya descritos, que pueden producirse en su valle fluvial, y las consiguientes avenidas o flujos densos de barro y rocas. Hay que tener en cuenta que la acelerada deforestación del sector fronterizo, puede propiciar dichos procesos

Puerto Escondido se ubica en un sector más protegido por una densa vegetación, puesto que se encuentra en la entrada y al pie del Parque Nacional de la Sierra de Bahoruco. Por ello, solo cabe esperar flujos de agua en los conos de deyección con actividad actual, e inundaciones en algunos sectores de la llanura de fondo de paleopolge, situada aguas arriba de dicha localidad y en menor medida en la continuación de dicho llano aguas abajo, puesto que en este sector se da un cierto encajamiento que facilita su drenaje por el río Las Damas.

Al pie de la vertiente meridional de la sierra de Bahoruco, gran parte de la escorrentía de la misma, se introduce en el endokarst del área, puesto que muestra pérdidas de drenaje coincidiendo con uvalas y otras depresiones menores debidas a disolución, por lo que son pocos los cauces que alcanzan la línea de costa.

La **actividad litoral** se da a lo largo de la carretera que conduce a Pedernales, donde la llanura correspondiente a la paleoplaya más baja experimenta inundaciones tras el paso de los huracanes, aunque éstas no suelen cubrir dicha vía, construida sobre un relleno artificial.

6.6. Actividad asociada a litologías especiales

Está presente en casi toda la hoja, dada la litología carbonatada de las formaciones y unidades aflorantes. Se manifiestan principalmente por las dolinas y por los extensos campos de lapiaces desarrollados. En algunas zonas la disolución puede generar procesos de colapso, aunque sin incidencia destacable, dada la nula o baja ocupación y usos del terreno en toda el área. La karstificación es especialmente importante en el sector costero o meridional, donde se ha delimitado un área afectada por intensa

karstificación, coincidiendo con el campo de pequeñas dolinas que figura en le Mapa Geomorfológico.

6.7. Actividad antrópica

Aparece muy limitada en el conjunto de la hoja, por la baja densidad de población de la misma, que se concentra exclusivamente en Pedernales y en Puerto Escondido. En la primera localidad se da se concentran la mayor parte de las actividades agrícolas y ganaderas, junto con las relacionadas con la minería de la mina de las Mercedes y los destanamientos militares de la frontera. La pista, también designada como carretera internacional, que recorre la frontera hasta cruzar toda la sierra, es objeto de continuas labores de mantenimiento por necesarias tras el paso de los huracanes.

El impacto principal debido a la acción humana está en la acelerada deforestación ya mencionada, que se está produciendo en la zona fronteriza, y de la que cabe esperar, un mayor aporte de sedimentos durante las inundaciones periódicas del entorno de Pedernales.

7. BIBLIOGRAFÍA

ABAD, M., PÉREZ-VARELA, F., MONTHEL, J., HERNAIZ, P.P., PÉREZ ESTAÚN, A., RUÍZ, F. (2008). - Análisis morfosedimentario de niveles escalonados marinos plio-cuaternarios: un caso de estudio en las costas norte y suroeste de la República Dominicana. Libro Resumen 18ª Conferencia Geológica del Caribe, Santo Domingo, República Dominicana, p. 2.

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.

LEWIS, J.F. (1980). Resume of the geology of Hispaniola. En Field guide to the 9th Caribbean Geological Conference, Santo Domingo, Dominican Republic. 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.

LLINÁS, R.A. (1972). Geología del área Polo-Duvergé, Cuenca de Enriquillo, República Dominicana. Tesis Profesional, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 83 pp.

MANN, P., DRAPER, G. y 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.

MANN, P., TAYLOR, F.W., BURKE, K., KULSTAD, R. (1984). Subaerially exposed Holocene coral reef; Enriquillo Valley, Dominican Republic. Geological Society of America Bulletin, 95, 1.084-1.092.

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. Servicio Geológico Nacional, Santo Domingo.

PROINTEC (1999). Estudio de los depósitos de yesos de La Salina. Programa SYSMIN, Proyecto F. Dirección General de Minería, Santo Domingo.

TAYLOR, F.W., MANN, P., VALASTRO, S., BURKE, K. (1985). Stratigraphy and radiocarbon chronology of a subaerially exposed Holocene coral reef, Dominican Republic. *Journal of Geology*, 93, 311-332.

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.