



SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL

REPÚBLICA DOMINICANA

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

**ESCALA 1:100.000**

**SAN FRANCISCO DE MACORÍS**

**(6173)**

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

La presente Hoja y Memoria ha sido realizada en el periodo 2008-2009 por Informes y Proyectos S.A. (INYPESA), formando parte del Consorcio IGME-BRGM- INYPESA, dentro del Programa de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, Proyecto K, con normas, dirección y supervisión del Servicio Geológico Nacional (SGN), habiendo participado los siguientes técnicos y especialistas:

#### CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA

- Lic. Juan Escuer Solé (INYPESA)

#### CARTOGRAFÍA DE PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO

- Lic. Juan Escuer Solé (INYPESA)

#### REDACCIÓN DE LA MEMORIA

- Lic. Juan Escuer Solé (INYPESA)

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

- Dr. Ángel Martín-Serrano (IGME)

#### 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 (TYPGA) del Programa SYSMIN

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

- Dr. Andrés Pérez Estaún (Instituto Jaume 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 de forma expresa al geólogo Alberto Díaz de Neira la estrecha colaboración mantenida con el autor del presente trabajo; sus ideas y sugerencias sin duda han contribuido notablemente a mejorar la calidad del mismo.



6. PROCESOS ACTIVOS SUSCEPTIBLES DE CONSTITUIR RIESGO GEOLÓGICO.....	27
<b>6.1 Actividad sísmica .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2 Tectónica activa.....</b>	<b>30</b>
6.2.1 Paleosismicidad.....	30
6.2.2 Licuefacción.....	31
<b>6.3 El rol de los ciclones tropicales en los procesos activos. ....</b>	<b>31</b>
<b>6.4 Actividad asociada a procesos de erosión.....</b>	<b>32</b>
<b>6.5 Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación... </b>	<b>32</b>
<b>6.6 Actividad asociada a litologías especiales .....</b>	<b>35</b>
7. REFERENCIAS CITADAS .....	36

# 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 de la década pasada, el levantamiento geológico y minero del país mediante el Proyecto de Cartografía Geotemática de la República Dominicana, incluido en el Programa SYSMIN y financiado por la Unión Europea, en concepto de donación. El Programa SYSMIN tiene como objetivo primordial favorecer el desarrollo del sector geológico-minero y mejorar las condiciones de vida de la población frente a los fenómenos sísmicos, la contaminación de las aguas subterráneas y la degradación del medio ambiente generada por las explotaciones mineras en la República Dominicana. Como continuación de los proyectos de Cartografía Geotemática desarrollados dentro del programa SYSMIN I, denominados C (1997-2000), K (2002-2004) y L (2002-2004), el consorcio integrado por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), el Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) e Informes y Proyectos S.A. (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) del presente Proyecto 1B (EuropeAid/122430/D/SER/DO).

El objetivo general del Proyecto 1B consiste en la producción de mapas geológicos a escala de 1:50.000 y otros mapas geotemáticos a escala de 1:100.000 siguiendo una normativa precisa en cuanto a su realización. Se trata de continuar la provisión de información geocientífica por el Estado en forma de mapas geológicos y temáticos (mapas geomorfológicos, mapas de recursos minerales, y mapas de procesos activos), bases de datos y otra información que sirve como base para la selección y delimitación de áreas a explorar, la selección de métodos de exploración y para la evaluación de los resultados, así como para el uso de tierras, evaluación de riesgos geológicos y prevención de desastres, entre otros.

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:

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)

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:

- 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 numerosas las alusiones a otras hojas.

La presente Hoja y Memoria afectan a la totalidad de la Hoja a escala 1:100.000 de San Francisco de Macorís (6173). Durante la realización de la Hoja Geomorfológica a escala 1:100.000 de San Francisco de Macorís (6173) se ha utilizado la cartografía geológica de las 4 hojas a escala 1:50.000 elaborada durante el presente proyecto: Pimentel (6173-I), Cotuí (6173-II), Fantino (6173-III), San Francisco de Macorís (6173-IV), además de la información disponible de diversa procedencia y las fotografías aéreas del Proyecto ICM, a escala 1:60.000 (1958), así como las imágenes de satélite Spot P, Landsat TM y SAR. Los estudios fotogeológicos se han completado con la interpretación de las imágenes de Google Earth. La cartografía previa ha sido complementada con recorridos de campo. Muchos de los puntos de observación y recorridos fueron grabados con ayuda de un PC portátil con sistema GARMIN acoplado de GPS (System Global Positioning) y el software Global Mapper 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 Geológico y Minero 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 del Proyecto 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 San



Francisco de Macorís (6173). Tras la presente introducción, en la que se abordan brevemente 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 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 explicando las distintas formas de éste, agrupándolas en función del proceso geomorfológico responsable de su origen (estructural, gravitacional, fluvial...), e incidiendo en su geometría, tamaño y génesis.

- Estudio de las formaciones superficiales, es decir, de las formas deposicionales, 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: Pimentel (6173-I), Cotuí (6173-II), Fantino (6173-III), San Francisco de Macorís (6173-IV); 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 Geomorfología (Análisis morfológico y Evolución e historia geomorfológica).

## 2. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA

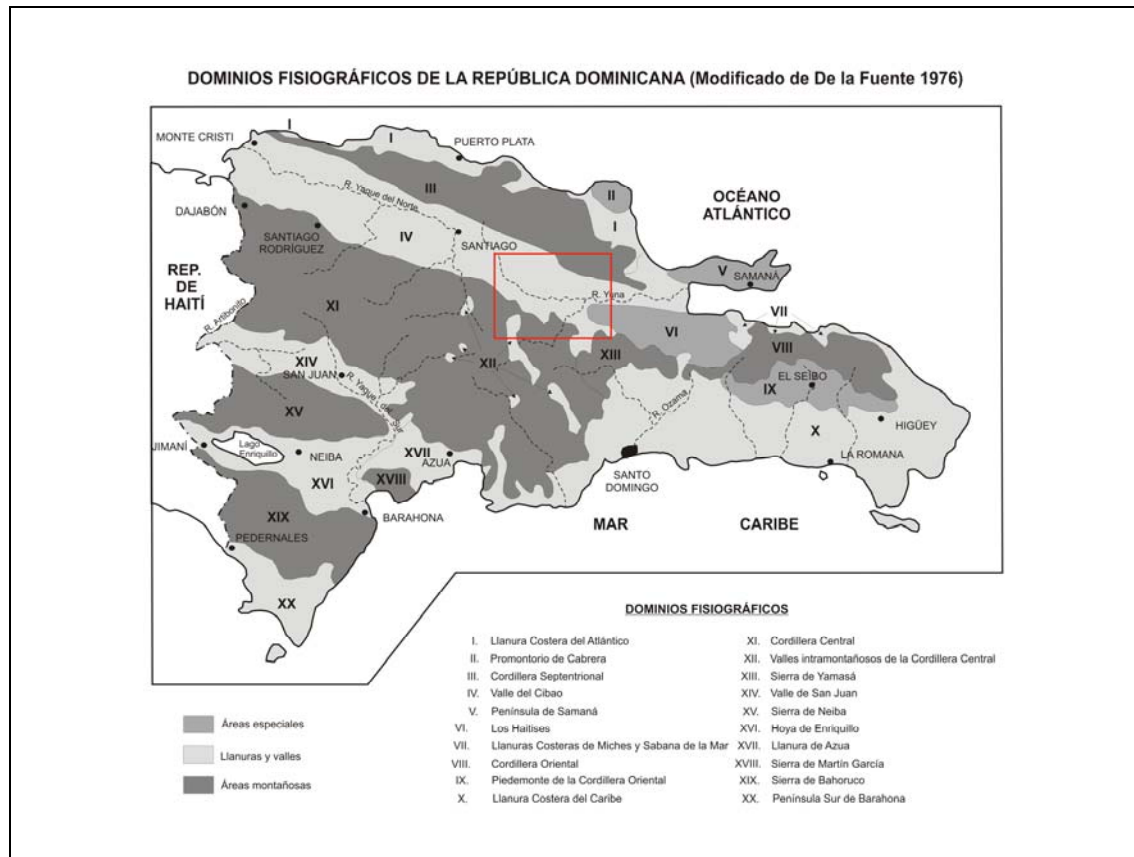


Fig. 2.1 Dominios fisiográficos de la República Dominicana y situación de la Hoja a escala 1:100.000 de Sánchez. Modificado de De la Fuente (1976)

La Hoja de San Francisco de Macorís queda definida principalmente por los bajos desniveles de las planicies de la cuenca del Valle Oriental del Cibao, que divide la Hoja en tres partes principales: la Cordillera Septentrional en el noreste, separada de la Cordillera Central, en el suroeste, por la llanura aluvial del río Camú o Valle del Yuna. También, en la zona meridional del cuarto SE de la Hoja, aparece la peculiar morfología kárstica de los Haitises, en forma de mogotes y colinas, marcados por una intensa meteorización química, con cotas que pueden superar los 100 msnm. En esta zona más meridional, el Valle del Yuna se estrecha entre la Cordillera Septentrional y los Haitises.

Los niveles topográficos de la Hoja vienen condicionados por estas zonas estructurales principales, oscilando desde los 40 msnm en los márgenes del río Camú en la parte central, hasta los 1230 msnm en la Loma La Sapa, en el SW, dentro de la zona montañosa de la Cordillera Central. Otras elevaciones importantes dentro de la

Hoja son la Loma Mata Puercos, donde se superan los 1100 msnm, y la Loma de Arroyo Claro, con algo más de 1080 msnm. Todas ellas se localizan en el SW de la Hoja y también forman parte de la Cordillera Central.

Otra característica importante a destacar en la Hoja de San Francisco de Macorís es la presencia de dos valles transversales a la llanura aluvial del Yuna, en los que se han construido dos embalses. El embalse de Hatillo, en el sureste, se ha construido en la cuenca del Río Yuna y más al W, al Sur del núcleo urbano de Rincón se halla el embalse que toma su nombre: el embalse de Rincón, que almacena el agua proveniente de la cuenca del río Jima. Al S de esta presa se extiende parte de la llanura aluvial del Jima, que se adentra en la Cordillera Central a medida que nos acercamos a la zona de cabecera. En el SE, entre la Cordillera Central y los Haitises, se extiende la llanura aluvial de los ríos Chacuey y Maguaca, que continúa en la Hoja inferior.

En la Cordillera Septentrional no se alcanzan grandes niveles topográficos, por lo que se trata de sus estribaciones más surorientales. Su parte más notoria dentro de la Hoja se localiza en el extremo suroriental, donde se alza el Firme del Calvario.

La red de drenaje de la Hoja pertenece a la vertiente norte (o del Atlántico) y se halla condicionada por la presencia de dos grandes ríos, el Camú y el Yuna, a los que desembocan la gran parte de los arroyos y ríos menores de la Hoja, a excepción del extremo NE, donde se localiza el río Nagua y parte de su cuenca hidrográfica. Pese a que el Camú ha desarrollado una gran llanura aluvial, éste a su vez pertenece a la cuenca hidrográfica del Yuna, ya que desemboca en él en “el rincón de Camú”, en el este, cerca del poblado de Pimentel. Hacia el E, el Yuna sigue su camino en dirección al mar, hasta desembocar en la Bahía de Samaná.

Aunque las mayores cotas y desniveles de la Hoja no se dan en la Cordillera Septentrional, sí que fluye por sus materiales una densa red de drenaje de N a S, en la que los ríos principales son el Cuaba, Jaiguá y Nigua desembocando directamente en el Yuna y el Jaya, el Cenobí y el Bacuí que desembocan en el Camú.

En la parte Sur de la Cuenca del Yuna, los ríos fluyen desde la Cordillera Central hacia el curso del Yuna y del Camú. En el W, el Jaguey, el Jima y el Bejuquito son afluentes del Camú y en el E, el Maguaca y el Chacuey lo son del Yuna.

Como ya se ha citado anteriormente, en la Hoja se localizan dos embalses, cuyas aguas se distribuyen por una densa red de canales de riego. El Embalse de Rincón, en el río Juna, ocupa una extensión de 6.9 km<sup>2</sup>, y abarca desde la Loma de

Paquito hasta Cañabón. El de Hatillo es mucho mayor, ocupa 22 km<sup>2</sup> y se extiende desde las proximidades de la Loma Meladito, en el SW de Cotuí, unos 15 km hasta la frontera de las provincias Sanchez Ramírez – Monseñor Novel. Este último se halla situado en la zona más lluviosa del país y retiene el agua de la cuenca del río Yuna, que es el segundo río más caudaloso de la República Dominicana.

El clima dominante es el tropical húmedo, con temperaturas moderadas y regulares a lo largo de todo el año. Las precipitaciones marcan la ocurrencia de dos estaciones bien diferenciadas: la húmeda y la seca. La precipitación media anual es de 1600 mm/año, con 100 mm más de lluvias al año que el resto del país. Esto se debe a la presencia de los vientos alisios y la influencia de los Haitises. En el Valle del Yuna hay gran desarrollo de canales, pero el riego se realiza principalmente aprovechando las lluvias.

### 3. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO

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

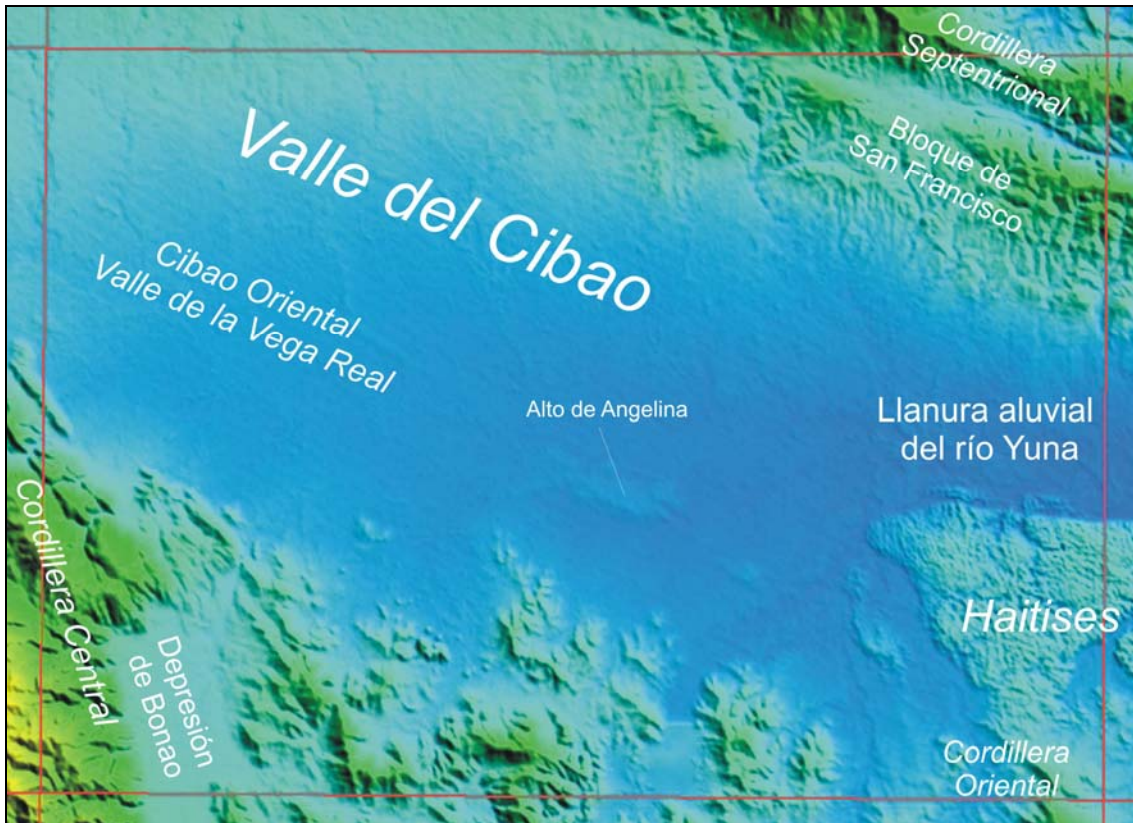


Fig. 3.1 Modelo Digital del Terreno mostrando las principales unidades morfoestructurales de la Hoja a escala 1:100.000 de San Francisco de Macorís (6173). (Fuente MDT: SRTM)

#### 3.1 Estudio morfoestructural

En la Hoja aparecen las siguientes unidades morfoestructurales de rango mayor: la Cordillera Septentrional, la Cordillera Central, el Valle del Cibao y la Cordillera Oriental. El Valle del Cibao se subdivide clásicamente en dos unidades: el Cibao Oriental o Valle de la Vega Real al Este y el Cibao Occidental o Valle de Santiago, también llamado Valle del Yaque del Norte, al Oeste. La Hoja de San Francisco de Macorís incluye terrenos pertenecientes al Valle de la Vega Real o Valle del Yuna.



Fig.3.2 Principales unidades Morfotectónicas de La Española según Draper y Lewis. (1991).

La Cordillera Central es el principal sistema montañoso de la isla. La Hoja de San Francisco de Macorís comprende relieves pertenecientes a las estribaciones septentrionales de la misma. La Cordillera Oriental es la segunda sección del ramal de la Cordillera Central, que se dirige hacia Puerto Rico. También se llama “Sierra del Seibo”. (De la Fuente, 1976). En la Hoja, esta unidad queda representada por los Haitises, con su peculiar morfología kárstica.

### 3.1.1 Formas estructurales

La influencia tectónica en el origen y configuración del relieve queda reflejada en las denominadas formas estructurales. La alternancia de capas de roca con diferente respuesta al ataque de los agentes externos propicia la erosión diferencial reflejando en la morfología caracteres geológicos estructurales. Es, por tanto, la estructura geológica la que controla el relieve. Los agentes externos sólo descubren y modelan sobre un patrón preestablecido.

Las formas estructurales tienen una importancia morfogenética notable en la Hoja de San Francisco de Macorís en las estructuras montañosas, alcanzando mayor densidad en la Cordillera Central. El contacto entre el Valle del Yuna estricto con la Cordillera Septentrional no se produce de forma neta con la Falla Septentrional, ya que ésta ha sido cubierta por depósitos de carácter poligénico.

Las fallas con expresión morfológica se agrupan en torno a dos familias principales: NW-SE y SW-NE. Aparecen en la Cordillera Septentrional en forma de fallas supuestas, ya que con frecuencia, algún rasgo morfológico parece estar condicionado por una falla sin que se tenga la total certeza de su existencia o parecen encontrarse bajo depósitos cuaternarios sin afectarlos. En la Cordillera Central aparecen diversas morfologías relacionadas con el trazado de fallas, algunas con expresión morfológica clara. Corresponden a fallas normales y desgarres cuya longitud puede superar 10 km; algunos de éstos parecen responder al rejuego de fallas inversas. Los Haitises también se encuentran fracturados con fallas de las dos familias. En el centro de la Hoja, la Sabana de Angelina se sitúa sobre un suave anticlinal.

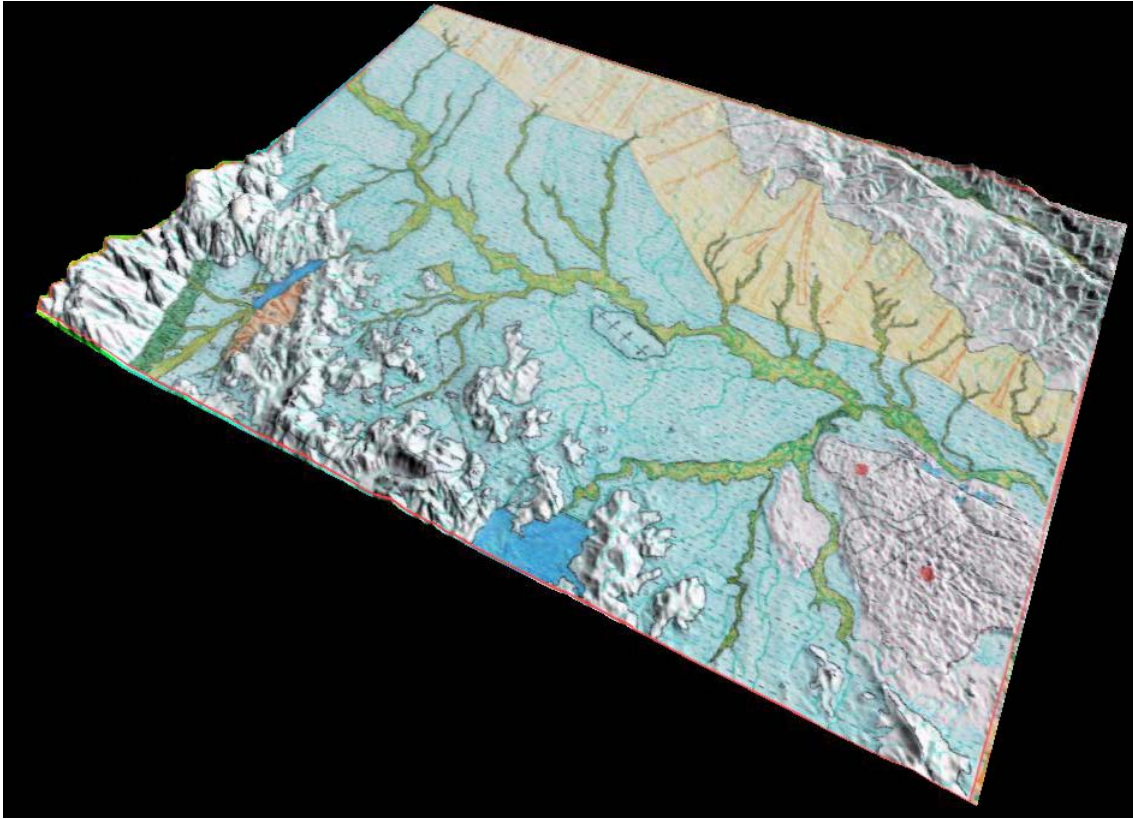
En los Haitises aparece una superficie estructural ampliamente desarrollada y degradada en relación con esta estructura, preferentemente en su zona alta, y están definidas por la existencia de superficies regulares controladas por la existencia en el subsuelo de una capa dura, competente, en este caso calizas. La caliza se encuentra altamente degradada por procesos de karstificación.

Los límites de las superficies estructurales pueden ser muy abruptos mostrando escarpes estructurales más o menos importantes. Estos se desarrollan gracias a la existencia de una capa dura y no están vinculados necesariamente a la aparición de una plataforma, pudiendo aparecer de forma individualizada. En la cartografía se han diferenciado atendiendo a su tamaño.

Al S de la Hoja, en la Cordillera Central, encontramos varios relieves residuales esculpidos por la erosión que constituyen cerros cónicos. Son frecuentes los resaltes de capas verticalizadas, que pueden dar lugar a crestas y barras.

### **3.2 Estudio del modelado**

La acción de los agentes externos sobre dominios tan contrastados como la Cordillera Central, la Cordillera Septentrional, los relieves estructurales de los Haitises y la llanura aluvial del río Yuna tiene como resultado una expresión geomorfológica sensiblemente diferente. Así, el modelado de las Cordilleras es el producto de una larga evolución presidida por los procesos geodinámicos internos (ígneos y tectónicos) acaecidos a lo largo del periodo Cretácico-Terciario, generadores de relieves positivos, sobre los que han actuado, con mayor o menor efectividad, diversos agentes morfogenéticos encaminados a la destrucción o modelado de dichos relieves, destacando los de carácter fluvial y poligénico.



*Fig. 3.3. Bloque diagrama mostrando los rasgos principales del modelado geomorfológico de la Hoja a escala 1:100.000 de San Francisco de Macorís. (Mapa Geomorfológico de la Hoja de San Francisco de Macorís sobre MDT SRTM 90m. Para la Leyenda consultar la propia Leyenda del Mapa Geomorfológico.)*

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

El modelado de los Haitises en el SE de la Hoja, es el resultado de una erosión reciente por la disolución de los materiales carbonáticos.

### 3.2.1 Formas gravitacionales

Pese a los desniveles existentes en el ámbito de la Hoja (ámbitos de la Cordillera Central, Cordillera Oriental, Bloque de San Francisco y Cordillera Septentrional) no se han identificado formaciones de esta génesis susceptibles de ser cartografiadas a la escala de trabajo. Localmente pueden identificarse deslizamientos y recubrimientos coluviales en las zonas más escarpadas de la hoja. Aparecen en la Cordillera Oriental, en la falda meridional de la Loma del Diviso, entre dicha loma y el



pueblo de Los Palmaritos. También se encuentran asociados a los escarpes de las superficies estructurales y a las vertientes del valle del Yasica en su zona de cabecera, principalmente, y así mismo cerca de la zona de Falla Septentrional.

Los coluviones ocurren en una faja muy estrecha en el piedemonte de la Loma de Pontón Constituyendo el substrato de la Autopista Duarte.

Los taludes en arcillas con alto contenido en esméctitas generados por el encajamiento de la red de drenaje en la Llanura del Yuna por sus afluentes, en especial los procedentes del norte presentan frecuentemente pequeños deslizamientos.

### 3.2.2 Formas fluviales y de esorrentía superficial

Son las formas con mejor representación cartográfica de toda la zona. Su cartografía permite asimismo y de forma complementaria una detallada caracterización de la red de drenaje. Constituyen la práctica totalidad de la superficie de la de la llanura aluvial del río Yuna, donde destaca la extensión de los cinturones de meandros, sin olvidar la orla de piedemontes que se disponen al pie de los relieves. La mayor variedad de depósitos fluviales se encuentra en el valle del río Yuna, en cuya llanura aluvial se han diferenciado: llanura de inundación, terrazas, cauces, meandros abandonados y fondos de valle, que suelen quedar delimitados por rupturas de pendiente, más o menos pronunciadas, cóncavas, en ambas orillas a lo largo de su curso. Pueden presentar drenaje en su parte media o no. Cuando el drenaje incide el fondo de valle se ha cartografiado como incisión lineal.

Es frecuente que las llanuras de inundación hayan sido habilitadas para el cultivo por lo que muestran cierta antropización que se traduce en márgenes que protegen los campos. Esta forma implica, por sí misma, un cierto depósito. A pesar de su aparente falta de funcionalidad forman parte de la red de drenaje, concentrando, en caso de fuertes precipitaciones, la arroyada. Son el principal testimonio de la actividad sedimentaria de los principales elementos de la red fluvial actual.

En el río Yuna se han identificado niveles de terrazas, aunque su tamaño y distribución, así como la escala de trabajo ha dificultado su representación cartográfica, quedando escasamente representadas.

Entre las formas erosivas se han reconocido: marcas de incisión lineal, ampliamente representadas en la Cordillera Septentrional y la Cordillera Central y aristas divisorias.

También tienen representación, aunque no alcanzan gran desarrollo, los conos de deyección o abanicos aluviales dispuestos en la Cordillera Central, que constituyen una franja cuya pendiente va en dirección a la llanura aluvial del río Jatubey, en el SW de la Hoja. Su depósito se produce en la confluencia de los elementos de la red fluvial con áreas menos encajadas, en las cuales la carga transportada por aquellos pierde su confinamiento, expandiéndose. En el NE de la Hoja, vertiendo hacia el cauce del río Nagua también existe una zona con desarrollo de abanicos aluviales. En los puntos más bajos de una línea de cumbres comprendidos entre dos elevaciones se han cartografiado collados. Varios ejemplos los encontramos en el W de Loma Cabeza de Vaca.

### 3.2.3 Formas poligénicas

Se incluyen en este grupo las formas cuya morfogénesis puede atribuirse a la acción simultánea o sucesiva de más de un proceso morfogenético. En este grupo se incluyen los pedemontes.

Los pedemontes constituyen la transición entre zonas elevadas, donde la erosión es el proceso predominante, y las áreas de bajo relieve en las que imperan el transporte y sedimentación. Este es el caso de los pedemontes situados en el sur de la Cordillera Septentrional. Por tanto, las morfologías que se generan en los pedemontes pueden ser de carácter erosivo o mixto como los glacis o claramente deposicional como los abanicos aluviales.

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

todas formas la adscripción de estas formas a abanicos aluviales de baja pendiente degradados también podría ser posible aunque por su descripción habría que incluirlos necesariamente en las formas poligénicas.

### 3.2.4 Formas lacustres y endorreicas

Se hallan representadas únicamente por las lagunas permanentes situadas en el E de la Hoja, en la parte N de los relieves de los Haitises.

### 3.2.5 Formas por meteorización química

Se encuentran relacionadas principalmente con la intensa karstificación que afecta a los materiales carbonatados aflorantes en los Haitises. Puede considerarse que esta zona ha sido sujeta a aplanamiento kárstico y constituye una superficie de corrosión. Dichas áreas se manifiestan como un campo de dolinas. La formación de dolinas se produce en las zonas más elevadas como formas redondeadas o elipsoidales cuyo eje mayor posee dimensiones de orden hectométrico.; localmente, los niveles carbonatados señalados se encuentran fuertemente alterados, y aparecen materiales más insolubles se acumulan en forma de arcillas de descalcificación (terra rossa).

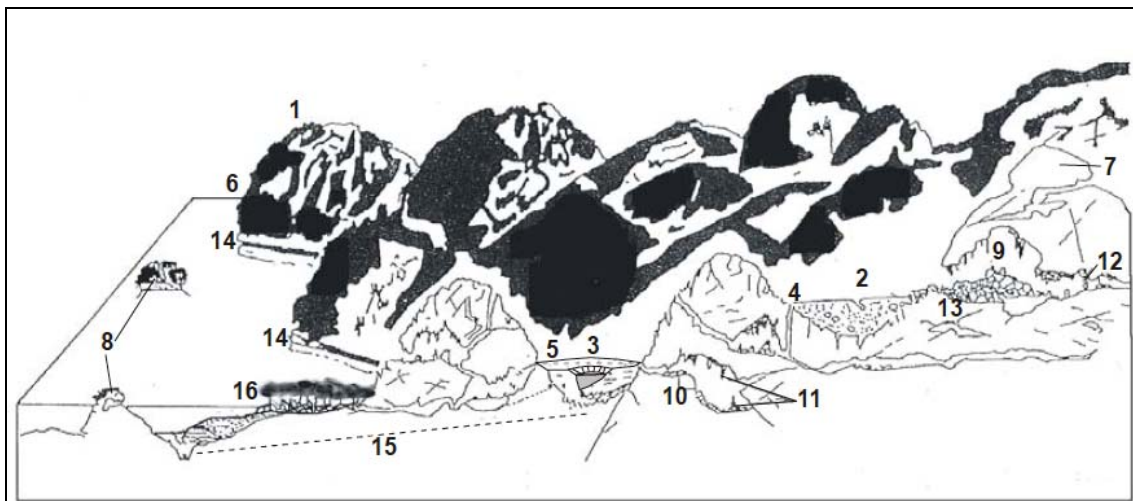


Fig. 3.4. Esquema geomorfológico y elementos del karst tropical de colinas de Los Haitises: 1. Haitises o mogotes (colinas kársticas); 2. Depresiones: dolinas, uvalas, bogaz, macrouvalas y poljes; 3. Jaguey (depresión kárstica inundada); 4. Furnia (sima, pozo); 5. Consumidero (pérdidas); 6. Farallón; 7. Mamelón; 8. Cayo; 9. Guácara (cavidad, cueva); 10. Gours; 11. Estalactitas y estalagmitas; 12. Columns; 13. Caos de bloques; 14. Encoche (erosión marina +1 m.); 15. Manantial; 16. Manglar. Díaz del Olmo et al. (1995)

### 3.2.6 Formas antrópicas

Como agente geomorfológico, el hombre actúa en diferentes sentidos: modificando el paisaje debido a los usos del suelo para actividades agropecuarias, labores extractivas (canteras a cielo abierto, minería, trincheras, desmontes), construcción de redes de transporte y asentamientos urbanos o de tipo industrial; localmente, la remoción de materiales y la modificación de la topografía original son intensas, bien allanando, rellenando o ahuecando el terreno. Obviamente, no se han representado las modificaciones antrópicas plasmadas en la base topográfica (núcleos urbanos, viales, ferrocarriles y otros elementos planimétricos).

Sí ha sido de interés la representación de las dos presas que engloba la Hoja, en el embalse de Rincón y en el de Hatillo, siendo esta segunda de mayor envergadura, con 1800 m de largo y una altura neta máxima de 60 m. El dique de la de Rincón, en cambio, tiene una longitud de 185 m y una anchura máxima de 54 m.

## 4. FORMACIONES SUPERFICIALES

---

Las formaciones superficiales son conjuntos litoestratigráficos formados por materiales frecuentemente no coherentes o secundariamente consolidados, relacionados con la evolución reciente del relieve, y con un espesor máximo de orden decamétrico y edad cuaternaria o pliocuaternaria. Estas formaciones pueden ser cartografiadas y ser definidas atendiendo a atributos como geometría, textura, potencia, tamaño, génesis y cronología.

A continuación se relacionan las unidades cartografiadas y sus principales características.

### **4.1 Formaciones fluviales y de escorrentía superficial**

4.1.1 Gravas, arenas y limos. Fondos de valle, terraza actual y rellenos de meandro (a). Holoceno

Los fondos de valle están constituidos fundamentalmente por limos, gravas y arenas. Aunque no existen cortes que permitan determinar su espesor, sin duda éste puede variar notablemente en función del curso en cuestión; en los de mayor envergadura, como el del Yuna o el Camú podría superar 5 m. En su seno, cerca de los cauces principales, se reconocen estrechas bandas alargadas serpenteantes temporalmente inundadas, correspondientes a cauces y meandros abandonados, que muestran un cierto contenido lutítico. Constituyen una de las principales manifestaciones de la dinámica actual, por lo que se asignan al Holoceno.

4.1.2 Arenas y limos. Llanuras de inundación (b). Holoceno

El río Yuna y su afluente el Camú, presentan una amplia llanura de inundación en su recorrido por la Hoja de San Francisco de Macorís. El aspecto esta llanura es el de una banda de anchura de hasta más de una decena de kilómetros, con su máximo en la zona central, pasando por el núcleo de Fantino, constituida por limos entre los que se intercalan niveles de arenas. Su espesor es difícil de determinar ante la ausencia de cortes, pero se estima que es de orden métrico a decamétrico.

#### 4.1.3 Gravas, bloques, arenas y limos. Abanicos aluviales (d). Holoceno

Son el principal constituyente del Valle del Cibao en sus márgenes norte y sur, configurando extensas planicies de deficiente calidad de afloramiento. En el margen norte del Valle del Cibao muestran algunos cortes a favor del encajamiento de los diversos ríos y arroyos encajados en ellos. Predominan las lutitas de tonalidades ocres debido a la extensión de los afloramientos de las Fms. La Toca y Villa Trina en el área fuente, entre las que se intercalan niveles de gravas de geometrías canaliformes, de espesor de orden métrico; las gravas son de composición calcárea y el tamaño de los cantos varía entre 5-15 cm; la distribución de estos niveles de gravas es aleatoria, al igual que la de las intercalaciones de horizontes lutíticos negros observados, de espesor comprendido entre 1 y 3 m, correspondientes a suelos con abundante contenido orgánico. Estos materiales han sido descritos como Fm. Conglomerados de Azlor en sus tramos más groseros y Fm. Licey al Medio en sus tramos más lutíticos.

En los afloramientos más orientales del valle, al norte de San Francisco de Macorís, se observa un cambio composicional, apareciendo como un conjunto de gravas y arenas de tonos rojizos, con intercalación de niveles lutíticos. Este hecho, unido al simultáneo cambio morfológico, con un relieve ligeramente más elevado e incidido por la red de drenaje, podría sugerir que en este caso se trata de un depósito más antiguo. Sin embargo, el cambio composicional es debido a la variación del área madre, constituida en este caso por materiales ígneo-metamórficos del macizo de Río San Juan; por otra parte, la mayor elevación y consecuente incisión fluvial es debida a su situación en el extremo occidental del denominado Bloque de San Francisco (Winslow et al., 1992), peculiar estructura antiformal activa actualmente.

En el margen sur del Valle del Cibao los abanicos aluviales se desarrollan gradando a los cursos fluviales o llanuras de inundación como es el caso del río Jatubey. Presentan cotas entre los +10 y +40 m sobre los cursos actuales. La litología del depósito de estos niveles varía de base a techo. La base del depósito siempre es erosiva, un tanto irregular sobre el substrato y está formada por gravas polimícticas, de cantos redondeados con tamaño de canto que oscila entre guijarro y bloque. La matriz es arenosa, de granulometrías gruesas. La composición de los cantos, dependiendo del área fuente, incluye rocas de diverso origen pudiendo incluir rocas ígneas y metamórficas procedentes de la Cordillera Central en el caso del Jatubey. El espesor del conjunto, si bien es variable, es de orden métrico a decamétrico.

En el Valle del Yuna es muy frecuente que estos depósitos estén recubiertos por depósitos de piedemonte (*glacis*) de litologías carbonatadas con los cuales pueden interdigitarse.

En las proximidades del embalse del Rincón, afloran unos depósitos aluviales antiguos, constituídos por arenas feldespáticas y gravas de cantos de cuarzo. Estos materiales afloran en su mayoría en la margen derecha del embalse del Rincón, en una banda alargada N-S, de forma irregular, de unos 8 Km de longitud, y una anchura que oscila entre 0 y 2 kilómetros. Los referidos materiales se localizan entre las Lomas de Jayaco y Paquito, y adquieren su mayor extensión a la altura del arroyo de la Cidra. Se trata de un depósito tabular, con disposición horizontal o ligeramente basculados hacia el sur, que reposa sobre los Esquistos de Amina-Maimón, de los que se nutre, y está recubierto por los depósitos aluviales del Valle del Cibao.

## **4.2 Formaciones por meteorización química**

### 4.2.1 Terra Rosa, arcillas de descalcificación (g). Pleistoceno-Holoceno

La disolución cárstica es propia de las rocas carbonatadas, como las calizas. Su efecto produce residuos de disolución, las arcillas de descalcificación, que pueden llegar a tener potencias notables. En la Hoja, aparecen en el extremo oriental de la Hoja, sobre los relieves de los Haitises, en la zona de intensa karstificación. Se forman en el fondo de las dolinas.

Su espesor varía en función de la envergadura de los procesos de disolución, pudiendo superar los 5 m. Su edad inferior está acotada por la de la Fm Los Haitises, por lo que se enmarcan en el Pleistoceno-Holoceno.

Los rellenos son importantes, tanto por su diversidad como por su representatividad, distinguiéndose sedimentos carbonatados y detríticos. Los depósitos carbonatados llegan a tener grandes dimensiones incluso una vez erosionados. Los depósitos detríticos se presentan generalmente en grandes caos de bloques y éstos a veces unidos por coladas estalagmíticas. Entre los depósitos detríticos aparecen estratos laminados comunes en la mayoría de las cavidades.

### **4.3 Formaciones poligénicas**

#### 4.3.1 Limolitas, y cantos. Piedemontes, glacis. (e). Holoceno.

Diversos niveles de glacis de piedemonte se localizan dispersos en toda la Hoja, exceptuando la parte central, donde se encuentra la gran llanura aluvial del Yuna. Se trata, por lo general, de glacis desarrollados en la base de relieves estructurales.

Estas formaciones superficiales cubren extensas áreas con suave pendiente. Su clasificación resulta compleja en función de la gran variabilidad de tamaños y combinación de procesos sedimentarios. En general, en las zonas más proximales dominan los materiales gruesos y angulosos de evolución coluvial o gravitacional pudiendo haberse formado por coalescencia de conos de deyección cercanos entre sí, pasando, en las zonas medias y distales, a materiales más finos y rodados de ambiente aluvial o incluso fluvial. La composición litológica es variada.



## 5. EVOLUCIÓN E HISTORIA GEOMORFOLÓGICA

---

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

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

A finales del Plioceno, las zonas montañosas ya habrían adquirido una configuración parecida a la actual, mediante la acción del encajamiento de la red fluvial, con el desarrollo de superficies de erosión y la tectónica activa, manifestada especialmente por el desnivelamiento y el desplazamiento horizontal de bloques.

Entre el Plioceno superior y el Pleistoceno se produce la sedimentación de los primeros materiales de características continentales, situados en la parte más noroccidental del Bloque de San Francisco con caracteres de llanura lutítica sobre la cual aparecen de forma neta niveles de conglomerados fluviales bien desarrollados en toda la parte occidental del Bloque (Fm Azlor). Estas unidades aluviales se desarrollan a favor de un sistema extensional que genera el suficiente espacio de acomodación para que se depositen cientos de metros de estas formaciones. Sin embargo, la evolución del Bloque de San Francisco, y su migración hacia el noroeste provoca la elevación de la región, dejando elevados y sometidos a la incisión a estos sistemas

fluviales y desarrollando abanicos aluviales que proceden del frente montañoso de la Cordillera Septentrional.

A partir de este momento, la evolución del relieve ha estado presidida por el comportamiento de la red de drenaje, con fuertes encajamientos en la zona montañosa. En este tiempo también se ha producido la corrosión química de los carbonatos por la acción del agua en, produciendo el relieve típico kárstico, con formación de dolinas y arcillas de descalcificación.

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

Como principales motores en la futura evolución, deben tenerse en cuenta: la tendencia ascendente de la región debida a la actividad tectónica y la exposición a los ciclones como agente externo de mayor potencia morfogenética.

## 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 en la zona es que bajo determinadas circunstancias son susceptibles de constituir riesgo geológico. Su cartografía supone, por tanto, un inventario de procesos geológicos y geomorfológicos funcionales, siendo preciso recordar el carácter imprevisible de buena parte de los fenómenos naturales, tanto en zonas muy activas como en las de baja actividad geodinámica.

Los datos reflejados en la cartografía son el resultado de un reconocimiento general realizado mediante la interpretación de fotografías aéreas y la realización de recorridos de campo, por lo cual se trata de una estimación preliminar y orientativa de los principales procesos geodinámicos activos del territorio. Consiguientemente, la información aportada tanto en el mapa como en la 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 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 areal de los segundos.

Dentro de la Hoja de San Francisco de Macorís existe una gran variedad en cuanto a la naturaleza de los procesos activos, habiéndose detectado actividad sísmica, tectónica activa, por procesos de erosión, inundación y sedimentación, y antrópica.

### **6.1 Actividad sísmica**

La Española se sitúa en un contexto geodinámico de límite entre las placas litosféricas Norteamericana y Caribe, cuyo desplazamiento relativo este-oeste origina,

en última instancia, la actividad sísmica; siendo este uno de los procesos activos más relevantes que afectan el país. Actualmente, existe un consenso en reconocer las principales estructuras tectónicas de la isla y que éstas están relacionadas con el desplazamiento relativo entre las placas litosféricas citadas.

Si bien 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 parcos y no pueden considerarse definitivos.

El registro histórico se inicia con la llegada de los españoles 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 como es el caso de China.

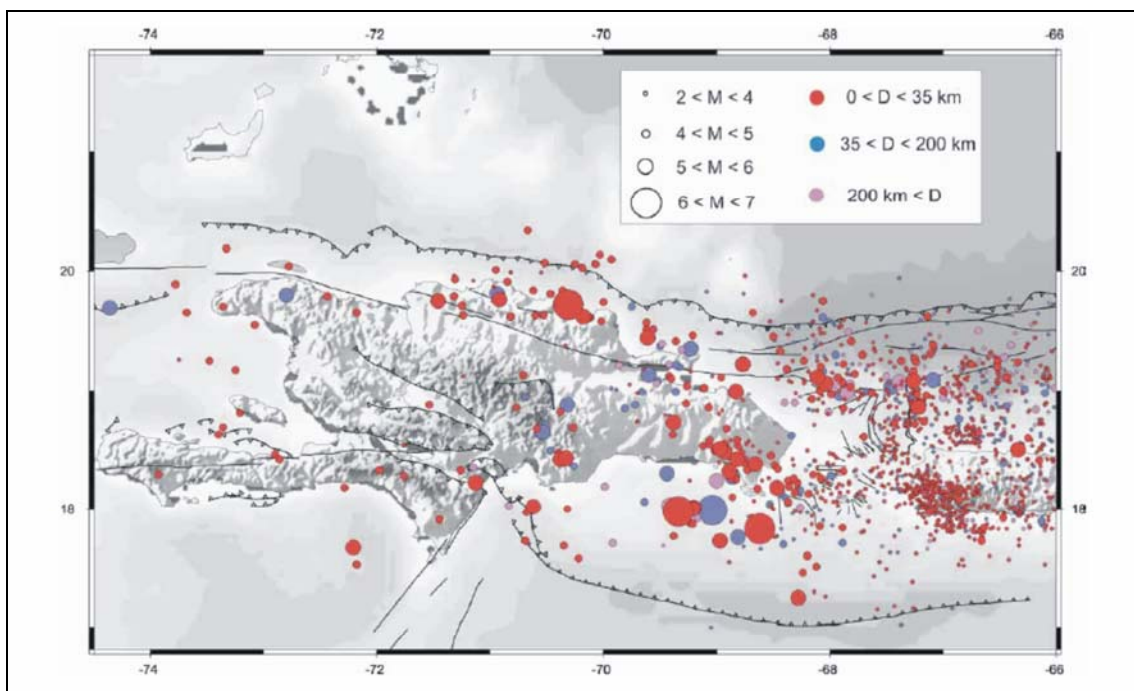


Fig. 6.1. Sismicidad instrumental de La Española (1972-2002). Catálogo NEIC-USGS (En Calais, 2008)

El registro instrumental también tiene graves inconvenientes. La Red Sísmica de la República Dominicana es extremadamente reciente (1998) y su registro por tanto muy parco. Los registros existentes más antiguos provienen, en su mayor parte, de agencias situadas fuera del territorio dominicano, por lo que solo se han registrado los eventos con magnitudes lo suficiente grandes para ser registradas por redes alejadas,

o en el caso de magnitudes pequeñas, los que quedan bien 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.

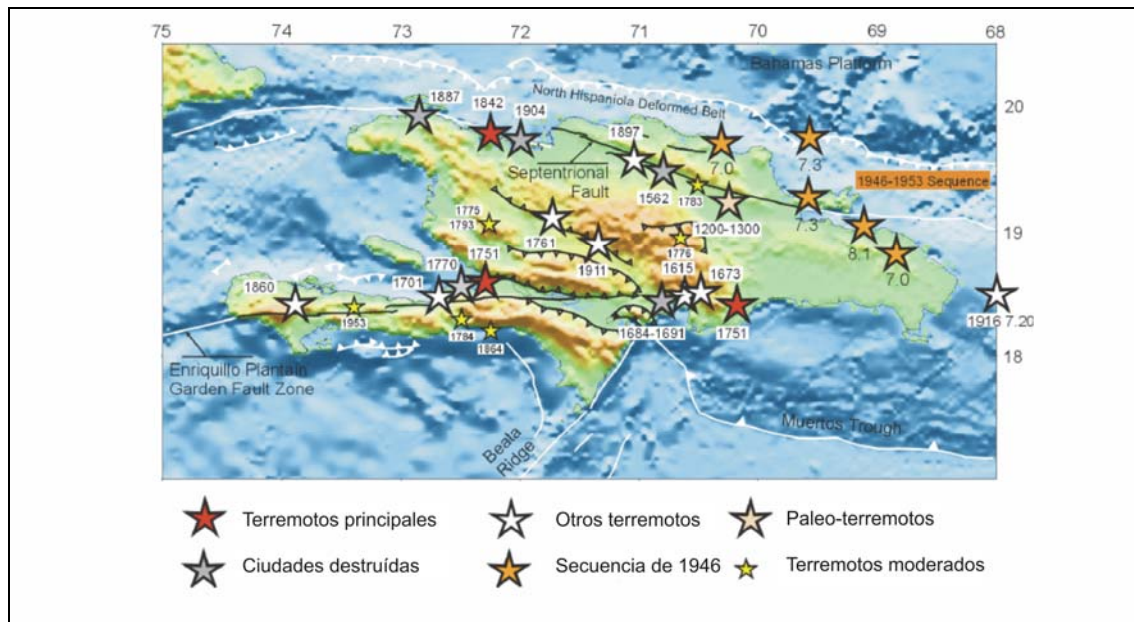


Fig. 6.2. Sismicidad histórica en La Española anterior a 1960 (En Calais, 2008)

Para la elaboración del presente trabajo se ha accedido a las siguientes fuentes y bases de datos: RSND Red Sísmica Nacional Dominicana, IPGH (Instituto Panamericano de Geografía e Historia), PRSN (Red Sísmica de Puerto Rico), MIDAS (Middle American Seismograph Consortium). El periodo cubierto ha sido 1505-2003. En la Hoja 1:100.000 de San Francisco de Macorís se han localizado 13 epicentros. Evidentemente debe considerarse este registro como poco representativo. Esta escasez de sismos no debe interpretarse de ningún modo como una falta de actividad sísmica sino más bien como una carencia en el registro. Cabe señalar asimismo que, debido a la pobre calidad del registro, las localizaciones epicentrales deben tomarse como meras aproximaciones, ya que el error de posición es de orden kilométrico. En el Valle del Yuna se sitúan la mayoría de los epicentros, entre los que destacan los de mayor magnitud y profundidad, como el epicentro situado al W del Río Jaya en su paso por La Boca y Cacao.

Si se considera el registro histórico, la Hoja queda incluida entre las isosistas de intensidad VI, VII y VIII del terremoto de 1946, cuyo epicentro se localiza en la

Bahía Escocesa. Quedando bajo intensidades mayores cuanto más al E de la Hoja nos situemos. En San Francisco de Macorís más de cien edificios fueron destruidos.

## **6.2 Tectónica activa**

En una región donde la tectónica activa es evidente, sorprende que las formas originadas por ella sean menos de las previsibles, probablemente esto es consecuencia de la elevada velocidad de erosión y de la densa cubierta vegetal, factores que sin duda enmascaran rápidamente algunas de dichas formas, como los escarpes producidos por las fallas. Sin embargo, existen diversos indicios muy claros de tectónica activa, como la incisión y pendiente anómala de algunos cursos de la red fluvial, además de algunas capturas e inflexiones bruscas, rasgos especialmente frecuentes en la Cordillera Septentrional y en el Bloque de San Francisco. Estos indicios probarían la existencia de fallas activas y capaces en este sector. Se entiende por falla activa aquella que afecta a materiales holocenos o incluso cuaternarios según diversos criterios Gonzalez De Vallejo (1980). Los criterios más conservadores consideran activas aquellas fallas con actividad manifiesta en los últimos 2 millones de años. De forma similar al concepto de falla activa se utiliza el de falla capaz en el sentido de su capacidad de ser activa. Se entiende por falla capaz aquella que presenta deformación de edad cuaternaria o sismicidad asociada e incluso relación estructural con otra falla activa.

Desde el meridiano de San Francisco de Macorís hacia el este, la falla Septentrional tiene una traza relativamente neta que limita por el sur el macizo metamórfico de Río San Juan y continúa a través de los depósitos cuaternarios de la llanura del río Yuna, hasta enlazar con la falla que forma el límite septentrional de la bahía de Samaná (Edgar, 1991).

En el sector de Sabana de Angelina, el Alto de Angelina constituye un relieve que contrasta claramente con la llanura que lo circunda. No existen afloramientos. La existencia de este relieve en medio de la Llanura de inundación del Yuna se puede relacionar con una tectónica reciente, como se conoce en el otro lado de la Cuenca del Cibao con la Elevación de San Francisco, de estructura de tipo "pop-up", en relación con la Falla Septentrional.

### **6.2.1 Paleosismicidad.**

La Cordillera Septentrional y el valle del Cibao son zonas sísmicamente activas. Los estudios de paleosismicidad y observaciones geomorfológicas realizadas

en la Zona de Falla Septentrional por Mann et al. (1998) han demostrado la actividad del segmento central de esta falla durante el Holoceno más reciente.

No se conocen estudios específicos de paleosismicidad en el ámbito de la hoja pero si existen estudios realizados al norte en la vecina hoja de Salcedo y sobre los fenómenos de licuefacción en la vecina hoja de Sánchez en materiales análogos a los que conforman la llanura del Yuna.

### 6.2.2 Licuefacción.

En el Valle del Cibao Oriental se han descrito diversas generaciones de estructuras de escape de fluidos, y diques clásticos afectando sedimentos cuaternarios lo que indicaría procesos de licuefacción recurrentes. Tuttle et al (2003). Estos autores han documentado fenómenos de licuefacción (diques clásticos y extrusiones de arena *sand blows*) en sedimentos fluviales en 10 emplazamientos a lo largo de una sección de 13 km del trazado del río Yuna en la vecina Hoja de Sanchez. Las ocurrencias no se limitan a un solo nivel si no que pueden afectar a diversos niveles en diversas generaciones pudiendose establecer una cronología. Tuttle et al (2003) relacionan las más recientes con el terremoto de 1946 y otras más antiguas con un evento prehistórico (1060-1492 AC) existiendo entre ambas otros eventos si bien no registrados en todos los emplazamientos. Asimismo consideran que estos fenómenos de licuefacción se generan a partir de magnitudes por encima de 6,5.

### **6.3 El rol de los ciclones tropicales en los procesos activos.**

Los ciclones tropicales pueden producir vientos, olas extremadamente grandes y extremadamente fuertes, tornados, lluvias torrenciales (que ocasionan inundaciones y corrimientos de tierra) y también pueden provocar marejadas ciclónicas en áreas costeras. Se desarrollan sobre extensas superficies de agua cálida y pierden su fuerza cuando penetran en tierra. Esa es una de las razones por la que las zonas costeras son dañadas de forma significativa por los ciclones tropicales, mientras que las regiones interiores están relativamente a salvo de recibir fuertes vientos. Sin embargo, las fuertes lluvias pueden producir inundaciones y movimientos en masa tierra adentro.

Los registros de ciclones existentes en la República Dominicana comprenden desde el inicio del siglo XVI hasta la actualidad y aunque el registro puede presentar algunas omisiones, se dispone de trayectorias desde 1851 hasta la fecha. Durante el período 1851-2009 y dentro de la temporada de huracanes del Atlántico Norte, el país ha estado bajo la influencia de 32 tormentas tropicales y 44 huracanes. Esos 76

episodios ciclónicos pueden ser clasificados en cinco diferentes categorías de acuerdo a la intensidad de sus vientos, la presión central y la altura de la marea que les acompaña.

En su máxima categoría un huracán de clase 5 presenta vientos mayores de 249 kilómetros por hora o mayores, marea de tempestad superior a los 6 metros, presión barométrica mínima inferior a los 920 milibares. Sus efectos son devastadores: fallo completo de los techos, residencias y estructuras industriales, pequeñas edificaciones son levantadas por el viento, árboles y arbustos son arrancados de raíz, grandes daños a ventanas y puertas, daños considerables sobre las costas y pisos bajos de las estructuras e inundación del mar tierra adentro por debajo de los 5 metros. Se requiere evacuación masiva de los residentes próximo a las costas. Los huracanes David y Allen de los años 1979 y 1980 fueron huracanes de la categoría 5.

Desde un punto de vista morfogénico es evidente la importancia de los ciclones tropicales en la República Dominicana. La actividad asociada a movimientos de laderas, procesos de erosión, de inundación y sedimentación alcanza su máxima expresión durante estos episodios sin perjuicio que puedan darse este tipo de procesos bajo otras circunstancias pero es especialmente durante los ciclones cuando la actividad geodinámica externa alcanza niveles más elevados.

#### **6.4 Actividad asociada a procesos de erosión**

Alcanza su máximo desarrollo en la zona montañosa, pues su acción es de baja intensidad en la llanura aluvial del Yuna, donde predominan los procesos de inundación y sedimentación.

La principal manifestación de los procesos de erosión viene dada por la incisión lineal asociada a la actividad de los distintos ríos, arroyos y cañadas; en el caso del curso de los ríos Yuna y Camú, va acompañada por frecuentes erosiones laterales del cauce, causadas por su geometría meandriforme, no plasmadas cartográficamente por problemas de representación.

#### **6.5 Actividad asociada a procesos de inundación y sedimentación**

Es la actividad relacionada con 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, lacustre, antrópica y, en general, con cualquier tipo de proceso



generador de áreas deprimidas susceptibles de ser inundadas o recibir aportes sedimentarios.

Los procesos de inundación y sedimentación actúan de forma prácticamente permanente sobre los fondos de valle de los ríos y bajo un régimen torrencial en los numerosos arroyos y cañadas de la zona, así como en los mantos de arroyada. En el caso de las llanuras de inundación, las inundaciones se producen de forma más esporádica, pero afectando a áreas de mayor amplitud; más frecuentes son las que se registran en los cauces y meandros que albergan aquéllas, si bien se trata de áreas pequeñas.

Los conos de deyección y los abanicos poseen una funcionalidad menos predecible, lo que dificulta su tratamiento, pudiendo dar lugar a violentos depósitos de masas aluviales con una participación acuosa variable; con frecuencia, sus ápices coinciden con fallas activas, lo que implica que su actividad puede relacionarse con procesos climáticos y sísmicos. Un ejemplo catastrófico de la actividad de los abanicos aluviales de baja pendiente fue ofrecido por el paso del huracán Georges en 1.998, que sepultó todo su ámbito de influencia bajo una manto de lodo y agua.

El Río Yuna merece una especial atención, ya que es uno de los ríos más importantes y el segundo más caudaloso de la República Dominicana. Su cuenca hidrográfica es la más húmeda del país. Ocupa una extensión de 5,498 km<sup>2</sup> y riega una gran porción de las provincias de La Vega, Sánchez Ramírez, Duarte y Samaná, constituyendo parte del límite provincial de las tres últimas. A lo largo de sus 150 km de recorrido recibe muchos afluentes, entre los que destaca el Camú.

Sufre crecidas cíclicas y arrastra abundantes sólidos en suspensión que obstruyen los canales de riego y reducen la capacidad del río para evacuar avenidas, aumentando la extensión de las inundaciones y perjudicando los cultivos a las inmediatas. Su caudal máximo medio anual es de 91 m<sup>3</sup>/seg en Villa Riva. Tiene una "onda triple", destacando los máximos de Mayo y Noviembre, con 162 y 114 m<sup>3</sup>/seg mensuales respectivamente, y los mínimos de Enero y Julio, con 57 y 52 m<sup>3</sup>/seg. (De la Fuente, 1976).

En la cuenca hidrográfica del río Yuna se han desarrollado varios proyectos hidráulicos (presas y embalses) que permiten la laminación de avenidas hasta cierto

periodo de retorno (de 1 en 300 o 500 años), los embalses de Rincón y Hatillo, que aparecen en el sur de la Hoja.

Históricamente, el río Yuna sufre importantes inundaciones, principalmente en su parte baja, afectando zonas de gran potencial agrícola y comunidades, así como también sus líneas vitales. Estas inundaciones enriquecen las tierras bajas, convirtiéndolas así en una de las principales regiones agrícolas del país.

Para tener un conocimiento preciso y veraz de las inundaciones que se producen en la cuenca del río Yuna (República Dominicana) se ha elaborado recientemente un catálogo con todas las acontecidas entre los años 1977 y 2007 en el marco del proyecto YUNARISK (2008). Aunque conscientes de la importancia histórica de las mismas, el proyecto centra el período de análisis en los últimos 30 años, al existir una mejor y más detallada información. Sólo se han analizado las inundaciones producidas por factores climáticos. Aquellas otras ocasionadas por factores geomorfológicos (obstrucción de cauces por procesos de vertiente, características litológicas de la cuenca), factores hidrológicos (rotura de márgenes por dinámica fluvial, morfología del sector inundable), o humanos (incorrecto manejo o rotura de presas, deforestación, obstrucción de cauces por vertederos u obras de infraestructura, falta de limpieza...), no se han computado ante una generalizada falta de información a este respecto. Dicho catálogo se ha realizado a partir del análisis de todas las publicaciones ya existentes que han recopilado información referente a inundaciones y otros desastres naturales en la República Dominicana, si bien sólo se han computado aquellos casos de inundación en los que se ha visto afectada la cuenca del río Yuna, bien de forma exclusiva o bien de forma conjunta con otros territorios de la isla. Situaciones meteorológicas extremas que han podido ocasionar graves daños en otras regiones del país, no se han incluido en el catálogo.

El catálogo considera un total de 176 episodios para la totalidad de la cuenca del Yuna lo que da una media aproximada (5,86) de 6 eventos de inundación al año.

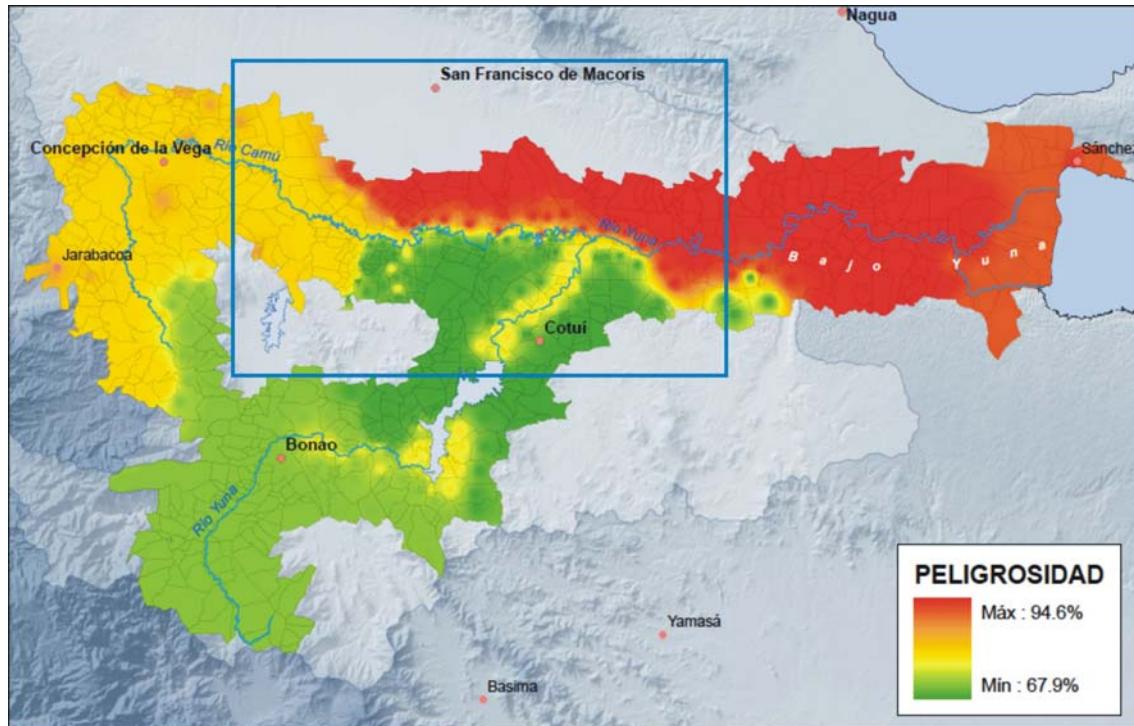


Fig. 6.3. Peligrosidad o Amenaza de inundación en la cuenca del Yuna en los Parajes a menos de 5000 m de los cauces Yuna y Camú. Valores expresados en porcentaje respecto al criterio de factores de peligrosidad considerados (0%-100%). Nótese la elevada Peligrosidad existente en la rívera izquierda de los ríos Camú y Bajo Yuna en el ámbito del Cuadrante de San Francisco de Macorís. (Fuente: YUNARISK, 2008)

## 6.6 Actividad asociada a litologías especiales

Se desarrolla en relación con los procesos kársticos que afectan a las calizas duras del Oligoceno y Mioceno de los Haitises, en el E de la Hoja. Su principal reflejo son las dolinas, que se encuentran agrupadas formando auténticos campos de dolinas. La intensidad de los procesos de disolución en algunas de estas áreas invita a tener en cuenta los posibles procesos de colapso derivados.

## 7. REFERENCIAS CITADAS

- 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 p.
- DIAZ DEL OLMO, F.; CAMARA, R.; ALVAREZ, G.; MOLINA, J. (1995)** Un karst Intertropical en la República Dominicana. Subterránea. Num. 3. pág. 24-31.
- DRAPER, P., LEWIS J.F., (1991)** Geologic and tectonic development of the North America-Caribbean plate boundary in Hispaniola. Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 262.
- EDGAR (1991).** Structure and geologic development of the Cibao Valley, northern Española. Special Paper Geological Society of America, 262, p. 281-299.
- GONZALEZ DE VALLEJO (1980):** Fallas activas y sus implicaciones en la ingeniería. Active faults and their implications for engineering; Anales del IV congreso peruano de geología; Parte VI. Boletín de la Sociedad Geológica del Perú, 65, p. 99-103.
- MANN, P., PRENTICE, C., BURR, G., PEÑA, R., TAYLOR, F. W. (1998):** Tectonic geomorphology and paleoseismology of the Septentrional fault system, Dominican Republic. En: Active Strike-Slip and Collisional Tectonic of the Northern Caribbean Plate Boundary Zone (DOLAN, J. F., MANN, P., Eds.). Geological Society of America Special Paper, Nº 326.
- TUTTLE, M. P.; PRENTICE, C. S. DYER-WILLIAMS, K. ; PEÑA, L. R. ; BURR, G, (2003)** Late Holocene Liquefaction Features in the Dominican Republic A Powerful Tool for Earthquake Hazard Assessment in the Northeastern Caribbean. Bull. Seismological. Soc. Of America, Vol. 93, 1, pp. 27-46.
- WINSLOW, M. A. GUGLIEMO, G. J., NADAI, A. C., VEGA, L. A., McCANN, W. R., (1992)** tectonic evolution of the San Francisco ridge of the eastern

Cibao basin, northeastern Hispaniola: Geological Society of America  
Special paper 262, p. 301-313.

**YUNARISK (2008)** Mapa de riesgo por inundación de la Cuenca del río Yuna.  
República Dominicana. Natural Risk Research Group. Univ. De Valladolid.  
PNUD. Programa de Prevención y Preparación ante Desastres.