

PARTICULARIDADES DE LA TECTÓNICA DISYUNTIVA DE LA PENÍNSULA DEL RAMÓN, DE ANTILLA, Y SU INFLUENCIA SOBRE LA CONVENIENCIA CONSTRUCTIVA

*Particularities of the disjunctive tectonic of the Ramon
of Antilla peninsula and its influence
about the constructive convenience*

**Norge Carralero Castro
Marisel Conde Rodríguez
Leticia Pérez Rancol
José Cordovés Pedrianes**

Grupo de Estudios Regionales de Oriente – CITEC

RESUMEN

Actualmente, la península del Ramón, de Antilla, es objeto de investigaciones geológicas y ambientales con fines turísticos. Este trabajo expone las particularidades estructurales de la península, detectadas por procesamiento de imágenes y por teledetección, a partir de las fotos aéreas y del Modelo Digital del Terreno a escala 1:10 000, los resultados finales se dan a escala 1:25 000. Los trabajos de comprobación en el campo contaron con una excelente precisión, al utilizar las técnicas de GPS, las perforaciones y los métodos geofísicos. Se estableció el cuadro de la tectónica disyuntiva y los órdenes de cada una de las fallas que se discuten en el trabajo. Se realizó una jerarquización en bloques teniendo cuenta, fundamentalmente, los límites de los mismos, sus características internas y la conveniencia constructiva.

PALABRAS CLAVE: Tectónica, fallas, modelo digital del terreno, conveniencia constructiva.

ABSTRACT

Nowadays the Ramón de Antilla Peninsula is study with a tourist aim. In this work are exposed the structural particularities of the peninsula detected by the prosecutions of images and for teledetection starting from the air photos and the Digital Model of the Land

to scale 1: 10 000, giving the outputs final to scale 1: 25 000. The work of confirmation in the field relied on an excellent precision upon utilizing the techniques of GPS, the perforations and the geophysical methods. It settled down the square of the disjunctive tectonic and the orders of each one of the faults that they are argued in the work. It was carried out a hierarchization of the structural blocks keeping in mind fundamentally the limits of the same and their internal characteristics.

KEY WORDS: Tectonic, faults, digital model of the land, constructive convenience.

INTRODUCCIÓN

La península del Ramón se encuentra ubicada entre las bahías de Banes y de Nipe, en el municipio Antilla de la provincia Holguín. Actualmente es objeto de investigaciones geológicas y ambientales con fines turísticos. El área estudiada dentro de la península se encuentra comprendida en 11 hojas cartográficas 1:10 000, y ocupa una superficie de 62 km², entre las coordenadas: X: 620 000; 633 500; Y: 237 000; 248 000

Sus características geológicas generales han sido poco estudiadas con anterioridad hasta la confección del informe (Cordovés, 1999), elaborado por el Grupo de Estudios Regionales de Oriente – CITEC, en el que se define un cuadro estratigráfico constituido por las formaciones Jagüeyes, Júcaro y Jaimanitas (Jakus,

1985). Por esta razón, se expondrán aquí sólo las particularidades principales de la tectónica disyuntiva que es la que presenta un mayor grado de interés desde el punto de vista de la conveniencia constructiva en la zona, y el mayor o menor desarrollo de fenómenos físico - geológicos de importancia, como lo son el carso y los deslizamientos, entre otros capaces de desarrollarse en la zona.

El establecimiento del cuadro de la tectónica disyuntiva y su influencia en los bloques constructivos establecidos, constituye el objetivo principal del trabajo.

METODOLOGÍA DE LOS TRABAJOS

La tectónica disyuntiva de la península del Ramón, de Antilla, fue estudiada por diversas vías, directas o indirectas, en condiciones de campo o de gabinete. Durante los trabajos de levantamiento geológico se tomaron los elementos de yacencia de todas las fracturas posibles y las principales por su extensión, se mapearon en detalle a lo largo de las mismas. Estas observaciones comprobaron debidamente los resultados obtenidos de la perforación, los métodos geofísicos y los procesamientos de imágenes y del relieve correspondientes.

Las perforaciones realizadas y la geofísica aplicada fueron de gran importancia, debido a la existencia de una cobertura sedimentaria que, aunque no es muy potente, enmascara las características del sustrato. Se perforaron calas de hasta 10 - 12 m y se aplicó el Sondeo Eléctrico Vertical como método geofísico principal.

Obtención automatizada de las alineaciones

Fue uno de los procesamientos principales debido a que las estructuras, por lo general, tienen un reflejo característico en las formas del relieve. Si se tiene en cuenta que la zona ha sido afectada por el hombre con cambios en el paisaje, los métodos definidos a partir del relieve como elemento menos deformado por causas artificiales desempeñan un papel primordial (Guilarte, 1993).

El cuadro estructural se obtuvo por la interpretación de un conjunto de variables, como el procesamiento de las fotos aéreas, y el procesamiento del relieve y de la red de drenaje, lo que unido a criterios expertos posibilita obtener un cuadro tectónico confiable.

A partir del modelo digital del terreno se ejecutó un conjunto de procesos encadenados para establecer las alineaciones. Se obtuvo:

- Pendiente del terreno.

- Filtrado pasa alta.
- Filtrado direccional cada 15 grados.
- Suma de máximos del filtrado direccional y obtención de la fracturación total.
- Filtrado pasa alta para distintas aberturas y reescalado según la jerarquía del agrietamiento.
- Umbralización según la jerarquía del agrietamiento.
- Filtrado detector de bordes pre - esqueletización.
- Esqueletización de las imágenes umbralizadas.
- Georreferenciación.
- Vectorización.
- Determinación de los parámetros del agrietamiento (densidad de agrietamiento, rosa de direcciones, etc.).

La probable fracturación así obtenida se clasificó en dos órdenes, en dependencia del alcance del método.

Detección automatizada del agrietamiento del mosaico fotográfico

Se realizó atendiendo a la forma en que aparecen las grietas en las imágenes aéreas y cósmicas, utilizando una secuencia de procesos que revelan con bastante exactitud su aparición en la región de estudio. A la imagen original, después de su mejoramiento radiométrico, se le aplicó la secuencia siguiente:

- Detector de bordes.
- Filtro pasa alta.
- Filtro de dilatación - erosión - diferencia.
- Suma de máximos de los bordes.
- Filtro fractal.
- Multiplicación de la suma de máximos y el valor fractal.
- Filtro direccional cada 15 grados.
- Suma de máximos del filtrado direccional y obtención de la fracturación total.
- Filtrado pasa alta para distintas aberturas y reescalado, según la jerarquía del agrietamiento.
- Filtro direccional cada 15 grados.
- Umbralización según la jerarquía del agrietamiento.
- Filtro detector de bordes pre-esqueletización.
- Esqueletización de las imágenes umbralizadas.
- Georreferenciación.
- Vectorización.
- Determinación de los parámetros del agrietamiento (densidad de agrietamiento, rosa de direcciones, etc.).

Se realizaron algunas clasificaciones por procesamiento de imágenes, y se pudieron definir límites

entre las unidades estratigráficas que fueron posteriormente precisados durante los trabajos de campo.

Delimitación automatizada de las zonas de carso

Por la importancia que tiene la existencia de la morfología cársica, desde el punto de vista ingeniero-geológico, se realizó un conjunto de procesamientos que permiten determinar las zonas donde este fenómeno es de mayor intensidad, lo cual facilita la planificación de las investigaciones detalladas subsiguientes.

El desarrollo y manifestación de los procesos de carsificación son muy variados y complejos, por lo que diseñar una metodología que sea aplicable a cada una de estas manifestaciones es una tarea bastante compleja; sin embargo, para un conjunto de tipos de morfología es posible analizar una serie de factores y rasgos morfométricos que pueden ayudar a descifrar estos fenómenos.

El método de desciframiento parte de rasgos y evidencias que posibilitan alcanzar estos resultados, y que a continuación se definen:

a) Las formaciones cársicas se desarrollan sobre tipos de litologías que lo permiten: esta variable no sólo repercute en el concepto de definir la existencia o no del carso, sino que también podemos definir el tipo de carso y su manifestación morfométrica. En el área de estudio existen tres formaciones geológicas:

Formación Jaimanitas: Se caracteriza por un relieve llano, ocasionalmente cubierto por arenas; también por la ocurrencia de carso superficial en forma de lapiés y rocas acarriladas.

Formación Júcaro: Formada por calizas margosas cubiertas por sedimentos rojizos, se distinguen las clásicas microformas del relieve cársico superficial, así como algunas cavernas freáticas. En las zonas más elevadas de la parte central de la península se manifiestan las cavernas más profundas.

Formación Jagüeyes: En la zona no presenta características favorables para el desarrollo del carso.

Sobre estos criterios se puede hacer una evaluación de los tipos de litología a partir del modelo digital geológico (MDG).

b) El coeficiente de permeabilidad es máximo: las zonas donde se desarrolla el carso se caracterizan por poseer una red de drenaje de poca densidad. Las aguas superficiales se infiltran por las que-

dades cársicas, siendo una variable morfométrica de gran importancia, por lo que la existencia de mínimos de disección horizontal es un índice de interpretación. Para poder eliminar zonas donde la erosión vertical es más intensa que la horizontal, tenemos en cuenta que las formas cársicas se manifiestan en el relieve con mínimos de disección vertical, pues el agua superficial, al infiltrarse, pierde la energía necesaria para erosionar verticalmente la roca.

Partiendo de estos criterios se realizó una clasificación por falso color de estas variables, y se obtuvo un mapa de zonas de posible carsificación.

c) Las zonas cársicas presentan control estructural: superponiendo las zonas de posible desarrollo del carso con el mapa de facturación, se interpretaron las principales estructuras controladoras.

Análisis estructural

La zona donde hoy se encuentra la península del Ramón (Cordovés, 1999) ha sido sometida a la acción de diferentes eventos tectónicos, que han determinado la existencia de distintas asociaciones estructuro-formacionales (Quintas, 1988), indicadoras de eventos geotectónicos de importancia regional.

Regionalmente debemos indicar que la zona se encuentra sometida a la influencia de fallas profundas de gran extensión, como son las Cauto Norte y Sur, y la falla Sabana.

Se distinguen cuatro pisos estructurales, considerando los cortes expresados en los dos pozos estructurales perforados en la península, cuyas columnas aparecen en el Mapa Geológico de Cuba 1:250 000 del MINBAS, con profundidades de alrededor de 2 000 m, de los cuales sólo aflora el piso más joven y que posee una tectónica muy simple.

RESULTADOS

Los trabajos realizados arrojan resultados interesantes para la tectónica disyuntiva, que, en sentido general, como era de esperar, no contradicen los aspectos geológicos regionales. Se pueden establecer con toda seguridad tres órdenes de fracturas que, por su extensión y alcance hasta el basamento precubano, se consideran como de 1º y 2º órdenes y subordinadamente fallas de 3º orden debido a su tamaño considerablemente menor.

Falla de primer orden (FI)

Falla FI. Se trata de una estructura con dirección SSE–NNW que en su extremo occidental sigue una orientación E–W, quizá como resultado de la influencia de

eventos tectónicos posteriores, los cuales, además, le proporcionan una morfología en escalón. Esta falla tiene una importancia particular, ya que sigue aproximadamente la configuración de la península en toda su extensión a lo largo del eje de la misma. Fue detectada por todos los métodos utilizados.

Fallas de segundo orden (FII, FIII, FIV, FV)

Las tres primeras constituyen un sistema de fallas con dirección SE–NW que cortan a la falla principal (FI) y, por lo tanto, son más jóvenes. A medida que se acercan hacia el oriente, su rumbo se aproxima a la dirección N–S. Sólo una de estas fallas (FV) se aparta de la dirección principal y se inclina al noreste, en el extremo occidental del área. Se detectan por todos los métodos aplicados.

Fallas de tercer orden (el resto de las fracturas)

Las fallas de tercer orden en el área de los trabajos están agrupadas en dos sistemas principales: con dirección SW–NE y SE–NW, respectivamente. En ambos casos se trata de estructuras relativamente cortas,

y se dislocan unas a otras, aunque el segundo sistema parece ser más joven.

Es evidente que existe una relación espacial entre las alineaciones de diferentes elementos geológicos y geomorfológicos y la tectónica disyuntiva, como es el caso de los escarpes ubicados hacia el sur y el curso subterráneo que se desarrolla en las rocas de la Formación Júcaro.

Desde el punto de vista genético, el cuadro disyuntivo en la región está determinado, fundamentalmente, en un ambiente tensional extensional propio de los límites de las cuencas desarrolladas en condiciones de retroarco (*back arc basin*).

El agrietamiento en la zona tiene una distribución muy interesante, dada su variabilidad en cuanto a la densidad en diferentes sectores, así; la zona de densidad relativa muy alta (550 – 700 U/Ha) corresponde al extremo noroccidental de la zona; las zonas de densidad alta (200 – 550 U/Ha) están comprendidas en la zona central, hacia el sur, donde se desarrolla un sistema de colinas redondeadas y los alrededores del

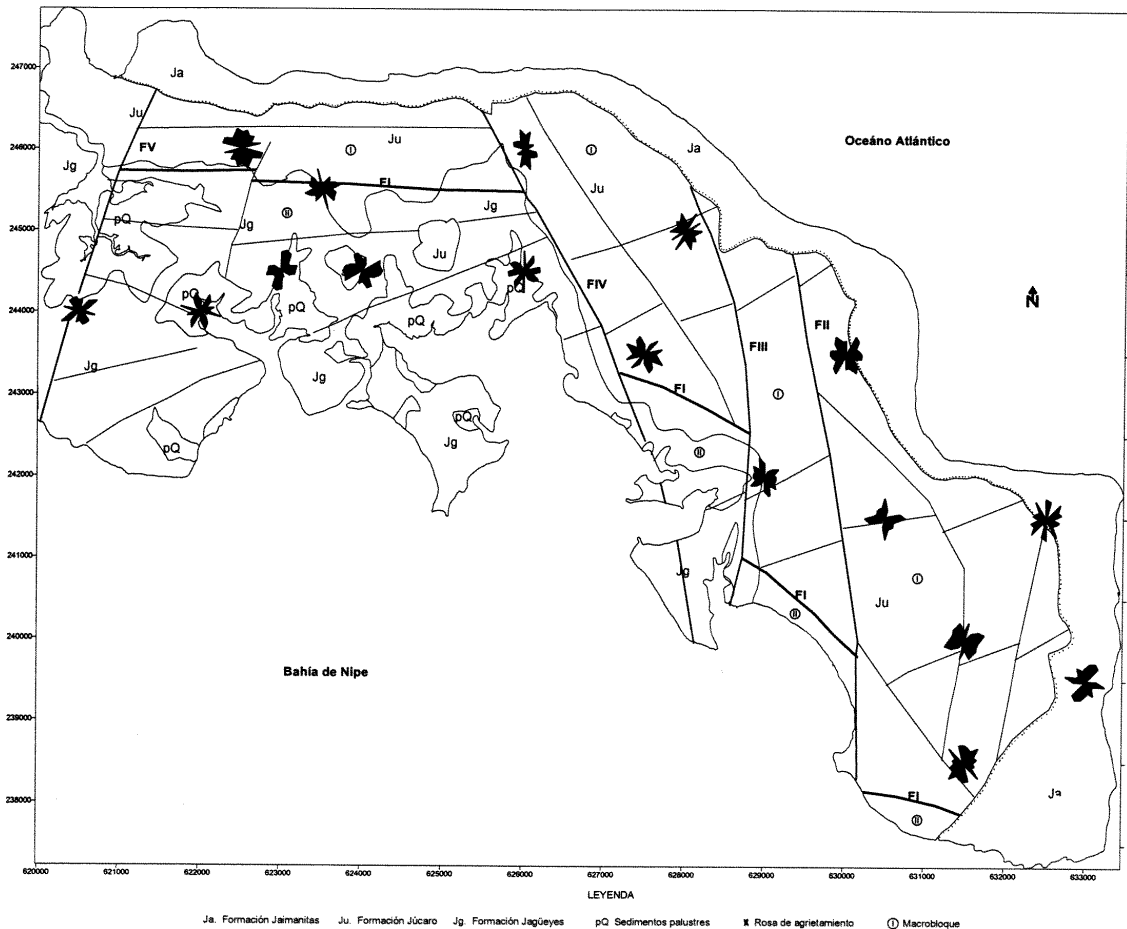


Figura 1. Mapa de la tectónica disyuntiva y bloques constructivos.

poblado de El Ramón; las zonas de baja densidad (0-50 U/Ha) corresponden a toda la costa norte, el extremo sudoriental y las áreas de pantanos desde Punta Salinitas hacia el occidente; el resto del área se considera de densidad media (50 – 200 U/Ha).

Desde el punto de vista estructural se distinguen dos sistemas de grietas principales con dirección al NE y NW, respectivamente, con un valor medio de unos 45 ° respecto al norte hacia la parte occidental, aunque estas direcciones se acercan más a la línea E-W hacia el oriente de la península. Hay que aclarar que estas direcciones expresadas son las predominantes para toda la península, dado que sobre las rocas más plásticas no existe una orientación preferencial. Se puede observar una estrecha relación espacial entre el agrietamiento y la tipología del carso, así como con la magnitud de las pendientes, y existe una relación directa entre ambos, lo cual posee una extraordinaria importancia a la hora de orientar los trabajos detallados.

Análisis de los bloques constructivos

Considerando las características de la tectónica disyuntiva se logró establecer una jerarquización en bloques, como se expresa en la tabla 1 y se observa en la figura 1.

En este análisis se toman en cuenta los resultados obtenidos acerca de la tectónica, geología y geomorfología del área, y se consideran los siguientes parámetros para la división en bloques:

- Magnitud de las discontinuidades respecto al tamaño de los objetos de obra.
- Litologías características.
- Fenómenos físico – geológicos.

A continuación, se ofrecen las principales características de los macrobloques (Fig.1) que mayor interés constructivo poseen por estar ubicados en ellos los mayores objetos de obra del proyecto para la construcción de instalaciones turísticas de diferentes tipos. No se detallan las características de los mesobloques y microbloques.

Macrobloque I. Constituido litológicamente por las rocas situadas al N de la falla I, la cual es considerada como la principal estructura disyuntiva del área, pues la divide en los dos macrobloques propuestos. Su dirección aproximada es SSE - NNW (que coincide con la dirección cubana), su buzamiento es hacia el SW (Iturralde, 1997). Constituye la estructura más antigua, pues está afectada en toda su extensión por otras de menor envergadura con dirección aproximada al norte (FV), NNW (FII y FIV), así como la falla FIII de gran extensión, pero situada en el extremo oeste del área y de dirección NNE.

El macrobloque está representado por las rocas de las Formaciones Júcaro y Jaimanitas; la primera con gran cantidad de carso vertical asociado a las cuatro últimas fallas mencionadas, o sea, con la fracturación más reciente, y la segunda, con amplias zonas de desarrollo de carso superficial.

Macrobloque II. Está constituido por las secuencias rocosas que se encuentran al sur de la falla FI, donde predominan las rocas de la Formación Jagüeyes, y subordinadamente, las de la Formación Júcaro.

Tiene forma escalonada al ser afectada por los sistemas de fallas transversales de dirección NW y NE. Prácticamente en toda su extensión se desarrolla un escarpe erosivo – tectónico en el que están expues-

TABLA 1. JERARQUIZACIÓN DE LOS BLOQUES ESTRUCTURALES

Macrobloques	Mesobloques	Microbloques	
I	I _A	I _{A1} , I _{A2} ...I _{A10}	
	I _B	I _{B1} , I _{B2} ...I _{B5}	
	I _C	I _{C1} , I _{C2} ...I _{C6}	
	I _D	I _{D1} , I _{D2} ...I _{D5}	
	I _E	I _{E1} , I _{E2}	
II	II _A	II _{A1}	
	II _B	II _{B1}	
	II _C	II _{C1} , II _{C2} , II _{C3}	
	II _D	II _{D1} , II _{D2} ...II _{D12}	
	II _E	II _{E1}	
TOTAL	2	10	46

tas las mayores alturas absolutas de la península del Ramón.

El macrobloque se caracteriza por presentar grandes extensiones sobre las que se desarrollan pantanos, que le proporcionan malas condiciones desde el punto de vista constructivo.

CONCLUSIONES

1. El basamento rocoso de la península del Ramón, de Antilla, posee una intensa tectónica disyuntiva que ejerce una influencia negativa sobre la conveniencia constructiva.

2. La falla FI controla las características geológico-geomorfológicas de la península, que se ubican espacialmente según el eje de la misma.
3. Las disyunciones prácticamente no se reflejan en la superficie, pero poseen una alta influencia en el desarrollo del carso y otros procesos físico-geológicos que deben tenerse en cuenta como variables que afectan la conveniencia constructiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORDOVÉS, J., 1999: Estudio ingeniero-geológico regional de la Península del Ramón. Informe GER – CITEC. 60 pp.
- GUILARTE, C., 1993: *Tecnología para la creación del modelo digital del relieve y aplicación del análisis morfológico y morfométrico en la investigación ingeniero – geológica regional básica*. EMPI – FAR. Holguín, 60 pp.
- ITURRALDE-VINENT, M.A., 1997: *Sinopsis de la constitución y evolución geológica de Cuba*, Museo Nacional de Historia Natural, La Habana, 80 pp.
- JAKUS, P., 1985: Informe del polígono CAME IV, Holguín, ONRM, 120 pp.
- Mapa geológico de Cuba a escala 1:250 000, ACC – MINBAS.
- QUINTAS, F., 1998: “Análisis estratigráfico y paleogeográfico del Cretácico superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas”, ISMMM, Departamento de Geología. (Tesis de doctorado) 145 pp.