

LOS MOVIMIENTOS TECTONICOS DE LA ETAPA DE DESARROLLO PLATAFORMICO EN CUBA

MANUEL A. ITURRALDE-VINENT¹

RESUMEN

Iturralde-Vinent, M. A. (1978). Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico en Cuba. *In*: H. J. Mac Gillavry & D.J. Beets (eds.): The 8th Caribbean Geological Conference (Willemstad, 1977). *Geol. Mijnbouw*, 57, p. 205-212.

El desarrollo geológico de Cuba a partir del Eoceno Superior es de tipo platafórmico, teniendo como basamento el complejo de las rocas y estructuras previamente formadas. El cuadro estructural de la plataforma está representado por un mosaico de bloques limitados por fallas y flexuras. Dentro de sus límites se pueden diferenciar cinco bloques grabens, seis hórsticos y cuatro semigrabens, con sus propias características de desarrollo. Se determinó el carácter oscilatorio de los movimientos corticales. Para todo el territorio en conjunto, se discriminó una onda oscilatoria de amplitud, y período medios. Los bloques, por su parte, oscilan según tres ondas superpuestas que se pueden definir como: (1) oscilaciones cuyo período es del orden del centenar de millones de años y su amplitud de miles de metros; (2) oscilaciones con período del orden de los millones de años y amplitud de decenas de millones de metros; (3) oscilaciones con período del orden de los miles de años y amplitud de decenas de metros.

Los movimientos oscilatorios se desarrollan en Cuba, en condiciones de un campo de esfuerzos distensional. Estos son la manifestación externa de un proceso cuya esencia está en el manto subcortical.

ABSTRACT

Iturralde-Vinent, M.A. (1978). Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico en Cuba (Tectonic movements during the oscillating development of the Cuban platform). *In*: H.J. Mac Gillavry & D.J. Beets (eds.): The 8th Caribbean Geological Conference (Willemstad, 1977). *Geol. Mijnbouw*, 57, p. 000-000.

The geological development of Cuba has been of the platform type since the Late Eocene. A mosaic of blocks was formed, comprising five grabens, six horsts and four semigrabens, delimited by faults and flexures. The platform as a whole oscillated with a median period and amplitude. The blocks themselves oscillated with three superimposed waves: (1) oscillations with a period of the order of hundreds of millions of years and an amplitude of thousands of metres; (2) oscillations of a million to tens of millions of years, and amplitudes of hundreds to thousands of metres; and (3) oscillations of short periods of thousands of years and an amplitude of tens of metres.

These movements are conditioned by a tensional regime and the external manifestations of processes in the subcrustal mantle.

INTRODUCCIÓN

Desde hace diez años, el autor de este trabajo ha venido en Cuba realizando investigaciones geológicas de las secuencias

del Eoceno Superior al Reciente. Uno de los principales objetivos de tales estudios, fue el análisis paleofacial y paleogeográfico, lo que ha permitido reunir una información conveniente, para su aprovechamiento en la determinación de los movimientos de la corteza terrestre.

La escala cronoestratigráfica adoptada es la que se utilizó en trabajos anteriores (ITURRALDE-VINENT, 1971, 1972). Sobre este particular es necesario precisar, que los

¹ Instituto de Geología y Paleontología, Academia de Ciencias de Cuba, LA HABANA, Cuba.

límites entre algunas divisiones (Oligoceno-Mioceno, Mioceno-Plioceno, Plioceno-Cuaternario) no siempre coincide con los aceptados por otros autores. En consecuencia, no es posible establecer correlaciones extraterritoriales de los procesos aquí estudiados, sin antes hacer coincidir las escalas temporales.

La línea de trabajo aquí planteada debe continuar desarrollándose. Es necesario extender este tipo de estudios al análisis de la historia de los movimientos de la corteza terrestre en Cuba, antes del Eoceno Superior, y establecer las comparaciones correspondientes. Sólo después de avanzados los trabajos en esta dirección, se podrá elaborar en detalle, un modelo correcto para concatenar el desarrollo geológico de Cuba.

La primera versión de este trabajo, se ha enriquecido con las atinadas sugerencias de Elemer Nagy, Guillermo Millán y Néstor Mayo. Las ilustraciones fueron dibujadas por María Herrera. A todos los arriba mencionados desea el autor hacer llegar su más sincero agradecimiento. Todos los errores que se encuentren en este trabajo son de la entera responsabilidad del autor.

CLASIFICACION TECTONICA DEL TERRITORIO

De Cuba existen buenos mapas tectónicos que revelan principalmente la estructura del territorio resultante de su desarrollo en arco de islas. Falta un mapa que exprese explícitamente el cuadro estructural moderno, resultante de los procesos en curso a partir del Eoceno Superior.

Recientemente el autor dividió el desarrollo geológico de Cuba en tres etapas (ITURRALDE-VINENT, 1975), de una manera muy semejante a la que proponen PEIVE ET AL. (1973) para los geosinclinales en general. Estos son:

- (1) de desarrollo oceánico hasta el Titoniano;
- (2) de desarrollo en arco de islas hasta el Eoceno Medio;
- (3) de desarrollo tipo platafórmico a partir del Eoceno Superior.

En este trabajo se estudia específicamente la última etapa, cuyo carácter platafórmico se discute seguidamente.

Existen muchos criterios en la literatura geológica, en cuanto a la clasificación de las etapas de desarrollo de la corteza terrestre. Se reconoce en general que los escudos y los eugeosinclinales representan estados extremos del desarrollo cortical, subsistiendo numerosos estados intermedios, así como recurrencias. Los escudos representan las áreas de las cortezas terrestre que se desarrolla con un grado superior de estabilidad. Ellos coinciden en espacio y suceden en tiempo a vastas zonas de desarrollo geosinclinal. Por su parte, los estados espacio-temporales de desarrollo geosinclinal de la corteza, representan las etapas de máxima inestabilidad. Dentro de éstas, son los eugeosinclinales los estados más móviles. En su esencia, el desarrollo geológico de Cuba a partir del Eoceno Superior, representa un estado espacio-temporal intermedio entre escudo y eugeosinclinal,

que puede denominarse platafórmico. Algunos geólogos seguramente consideran más conveniente el uso de términos tales como: post-orogénico, subplatafórmico, cuasiplatafórmico, o alguno otro. Es opinión del autor que este es un problema más de forma que de fondo.

A partir del Eoceno Superior, se encuentran sedimentos que por su composición y génesis se diferencian marcadamente de aquellos formados con anterioridad. Las rocas del Maastrichtiano al Eoceno Medio tienen a menudo características que las acercan al flysch o al olistostroma, en tanto que las más jóvenes se asemejan a las molasas. Otro rasgo contrastante es el estilo tectónico de las deformaciones de las secuencias y la extinción de la actividad magmática en la mayor parte del territorio, la que se reduce a escasas manifestaciones durante el Eoceno Superior y el Oligoceno en la provincia de Oriente (E. Nagy y D. Coutín, comun. pers., 1976). Este último dato refleja la migración de la actividad tectono-magmática hacia el este, lo que es característico para el arco de las Antillas Mayores (ITURRALDE-VINENT, 1975). Definiendo el complejo de las rocas y estructuras formadas antes del Eoceno Superior como 'basamento laramídico', es consecuente describir el desarrollo ulterior de la corteza en Cuba como de tipo platafórmico.

Sobre esta base, queda claro que es necesario construir un esquema tectónico de la Plataforma Cubana (MEYERHOFF, 1954), que refleje sus propias estructuras, sin considerar la geometría interna o composición del basamento. En la figura 1 se ofrece una división primaria del territorio, la cual se debe precisar en el futuro mediante estudios más detallados.

Haciendo uso del mapa de isopacas de los sedimentos del Eoceno superior y más jóvenes, se pueden discriminar áreas de tres categorías en la plataforma, en dependencia del espesor de sedimentos preservados en ellas. Mediante tal procedimiento se detectan:

- (1) sectores de gran subsidencia (potencia mayor que 1000 m);
- (2) sectores de moderada subsidencia (potencia de 200 a 1000 m);
- (3) sectores de leve subsidencia (potencia menor que 200 m).

Estos sectores están limitados por fallas y flexuras que se detectan por diversos medios, y presentan particularidades tales que permiten clasificarlos como grabens (fosas), semi-grabens (semifosas) y horsts (pilares), respectivamente.

Los bloques *grabens* se caracterizan por la presencia de secuencias casi completas sin hiatos importantes; gran potencia de los sedimentos preservados (1000-3000 m); presencia de rocas con facies batial-pelágica; compleja estructura interna; relieve actual poco energético, parcialmente sumergido; y en algunos existencia de sedimentos cuaternarios marinos epicontinentales. Con estos bloques coinciden zonas de fuertes gradientes del campo de Bouguer. Sus límites son líneas de debilidad bien reconocidas (ITURRALDE-VINENT, 1969a, 1972a), las cuales se han comportado como fallas o flexuras en distintos

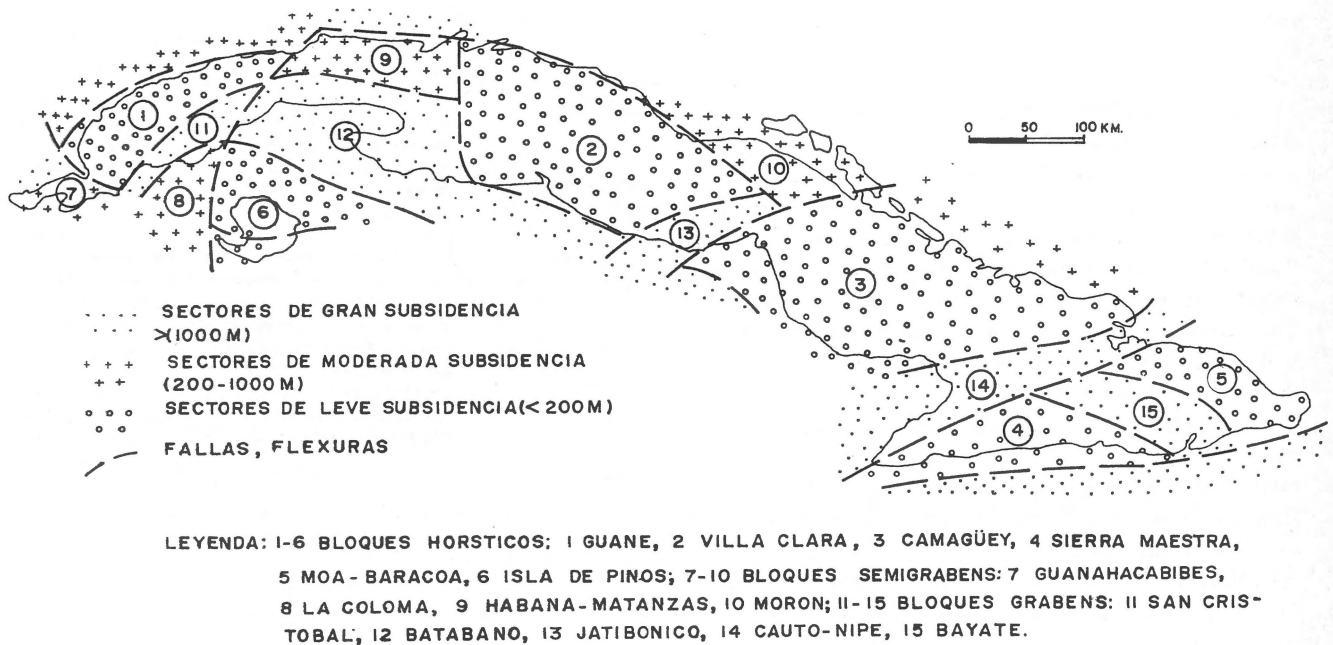


Fig. 1
Esquema tectónico de Cuba; etapa de desarrollo de tipo plataforma. (Tectonic sketchmap of Cuba, showing the development of the platform stage. 1-6: horsts; 7-10: semigrabens; 11-15: grabens).

estadios de su desarrollo.

Hay cinco bloques que se pueden clasificar como grabens en el territorio de la plataforma, los cuales se proponen denominar: San Cristóbal, Batabanó, Jatibonico, Cauto-Nipe y Bayate (Fig. 1).

Los sectores clasificables como *semigrabens* (o intermedios) se caracterizan por presentar secuencias incompletas y espesores moderados (200-1000 m). Constituyen un elemento intermedio entre horst y grabens. Se pueden reconocer cuatro bloques de este tipo, que se proponen denominar: Guanahacabibes, La Coloma, Habana-Matanzas y Morón (Fig. 1).

Los bloques *hórsticos* se caracterizan por los grandes hiatos en la secuencia; el predominio de depósitos jóvenes; las rocas son principalmente de facies neríticas; la potencia de los sedimentos preservados es pequeña (menor de 200 m); su relieve actual es bastante energético y tienen muchas costas de emersión. El campo de Bouguer se caracteriza por su estructura compleja.

Los bloques que se pueden considerar como hórsticos son seis y se propone denominarlos: Guane, Villa Clara, Camagüey, Sierra Maestra, Moa-Baracoa y Isla de Pinos (Fig. 1).

Visto en conjunto, el aspecto actual del territorio cubano es el de un mosaico de bloques tectónicos, con distinta altitud, cuyos contornos no están bien expresados en el campo gravimétrico de Bouguer del levantamiento a escala 1:500 000 (SOLOVIEV ET AL., 1964).

Para determinar las características de los movimientos tectónicos a partir del Eoceno Superior, es muy conveniente

el uso del análisis paleofacial y paleogeográfico y en general de los métodos propuestos por BELOUSSOV (1962). La discusión de la historia del desarrollo de los diversos bloques tectónicos que componen la plataforma cubana se excluye de este resumen. A continuación pasamos a detallar los resultados obtenidos de este estudio.

CARACTER Y TENDENCIAS DE LOS MOVIMIENTOS CORTICALES

El territorio cubano constituye una gran unidad morfoestructural - en el sentido de GUZMAN & DE CSERNA (1963) - donde la corteza está dividida en bloques de grandes dimensiones que presentan tendencias contrastantes de desarrollo.

Los bloques de primer orden son los grabens, semigrabens y horst mostrados en la figura 1. De segundo orden se pueden considerar, por ejemplo: el bloque Habana, el bloque Madruga, el bloque Escambray, el bloque Purial, y otros. De orden inferior son aquellos detectados por ORBERA & CABRERA (1975) y KUMPERA (1971). Las superficies de los respectivos bloques varían entre varios miles de kilómetros cuadrados y las decenas.

Al analizar el estilo y los movimientos de los bloques grabens se detectan basculaciones notables, generalmente según un eje latitudinal. El sentido de estas rotaciones es hacia el sur. Los movimientos basculares están dados por la distinta intensidad y sentido opuesto de los desplazamientos verticales en las distintas partes del bloque, así del como por la relación variada entre la subsidencia y la sedimenta-

ción.

La índole de los datos compilados respecto a estos bloques permitió detectar movimientos oscilatorios de duración y amplitud media. Oscilaciones de menor duración no se pudieron reconocer.

Los bloques hórsticos y semigrabens también se caracterizan por sus movimientos basculares según un eje latitudinal, pero con sentidos diversos; unos al norte y otros al sur. También se han podido detectar basculamientos en los bloques de órdenes inferiores. En general para las estructuras consideradas se pueden discriminar un mínimo de dos ondas oscilatorias superpuestas, una de duración y amplitud media y otra pequeña.

En sentido general se puede describir como *oscilatorio* el carácter esencial de los movimientos tectónicos durante la etapa de desarrollo platafórmico. Las basculaciones descritas constituyen formas no esenciales de manifestación de los movimientos corticales, pues están relacionadas con las características de las suturas entre distintos bloques. Si las suturas son fallas facilitan los desplazamientos individuales de los bloques; si son flexuras, dan lugar a una interacción mutua entre los mismos.

Es particularmente interesante el hecho de que los movimientos basculares de los bloques de primer orden ocurren según un eje latitudinal. La causa de esta coincidencia podría estar relacionada con el agente promotor de los movimientos, o con anisotropías del basamento heredadas del desarrollo previo del territorio.

Si se conciben sumariamente todos los movimientos que tienen lugar simultáneamente entre los límites de un bloque de primer orden, se comprenderá que el cuadro es sumamente complejo. Es pues conveniente desmembrar el espectro de los movimientos oscilatorios.

Las ondas de menor período y amplitud, son aquellas que ocasionan alteraciones en el volumen de material terrígeno intercalado en las secuencias se relacionan con pequeñas oscilaciones de las fuentes de aporte de sedimentos a las cuencas. Oscilaciones semejantes de los fondos submarinos provocan alteraciones faciales que se detectan mediante estudios detallados de las secuencias.

Existen también otras ondas de amplitud y duración ligeramente mayor, que dan lugar a transgresiones y regresiones de corta duración, y a cambios litológicos y texturales de los sedimentos. En muchos casos estas últimas son difíciles de discriminar de las oscilaciones eustáticas. Todas estas ondas en sentido general tienen períodos del orden de los miles de años y amplitudes que no superan las primeras decenas de metros.

Otras oscilaciones que se desarrollan simultánea e independientemente (en sentido relativo) de las anteriores son las de duración y amplitudes medias. Estas se reconocen por las grandes alteraciones faciales que ocasionan en las secuencias de los grabens y semigrabens, por las variedades considerables de volúmenes de material terrígeno aportados a las cuencas y por las potencias de los depósitos

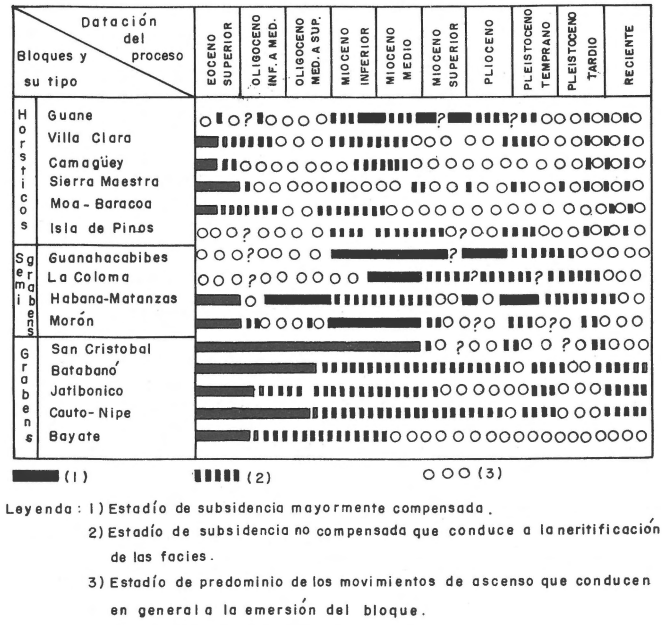


Fig. 2

Esquema mostrando los movimientos oscilatorios de los bloques de primer orden.

(Scheme showing the oscillatory movements of first-order blocks.

1: subsidence stage with major compensation; 2: subsidence stage without compensation; 3: emergence stage).

acumulados. Estas oscilaciones se representan en la figura 2 de donde se deduce que sus períodos son del orden de los millones y decenas de millones de años y sus amplitudes estimables en cientos y miles de metros.

A las dos ondas recién definidas se les puede asignar una portadora de mayor período y amplitud. En la figura 3 se muestra idealmente este concepto. La onda 1 representa las oscilaciones de corto período y pequeña amplitud. La sinusoide 2 corresponde idealmente con las oscilaciones de período y amplitudes medias. La curva designada como 3 refleja la tendencia secular del movimiento de los bloques de primer orden. Si un bloque es graben, está representado por el extremo izquierdo de la curva; si es hórstico corresponde al extremo derecho.

Los bloques semigrabens pueden coincidir en su historia con las etapas de cambio de polaridad en la tendencia de los movimientos que representa la onda 3, o con las etapas de cambio de pendiente de la curva. Estas consideraciones permiten justificar teóricamente la existencia de la onda de largo período y gran amplitud. Corresponde entonces buscar los elementos factuales que la corroboren.

Como ha quedado demostrado anteriormente, algunos bloques se caracterizan por sus tendencias seculares al levantamiento (hórsticos), en tanto que otros han conservado sus tendencias a la subsidencia. En estas circunstancias puede suponerse que las tendencias mantenidas por estos bloques durante varias decenas de millones de años conduzcan a alguna de las siguientes consecuencias:

- (1) que la tendencia histórica del bloque se mantenga invariable;
- (2) que el movimiento del bloque se establezca en sentido contrario;
- (3) que se obtenga un régimen intermedio como el de los semigrabens.

Los datos existentes, aparentemente no evidencian la posibilidad de que la tendencia histórica del movimiento de los bloques se modifique. Al analizar las relaciones entre el campo gravitacional y la polaridad del movimiento de los bloques, se observa que no hay una correlación perfecta. Esto puede interpretarse de varias maneras, pero una hipótesis aceptable es que no existe una influencia considerable de la cobertura platafórmica y de la altitud de los bloques en el carácter del campo gravitacional. Por otra parte, una inspección de la figura 2 muestra que las tendencias actuales del movimiento de los bloques está en concordancia con sus tendencias tradicionales. En la misma figura se detecta cómo en determinadas épocas todo el territorio se comportó como una unidad. La conclusión más evidente y directa que se deriva de estos datos es, que en el futuro mediano (dentro de algunos millones de años) no debe ocurrir un cambio brusco de la polaridad del movimiento de los bloques, como tendencia. Si tal previsión resulta correcta, el territorio actual quedará dividido en varias islas menores en unos pocos millares de años.

No obstante lo apuntado en el párrafo anterior, es posible aseverar que en un futuro más lejano (dentro de algunas decenas de millones de años), debe ocurrir una inversión progresiva de la polaridad de los movimientos que como tendencia han mantenido los bloques. Esta afirmación, que de ninguna manera contradice a la anterior, se base en consideraciones menos directas, pero no por ello menos reales. El carácter de los movimientos corticales en Cuba ha quedado demostrado que es oscilatorio. Lo mismo han establecido otros autores en trabajos de índole general (BELOUSSOV, 1962). Sobre esta base, es perfectamente posible considerar que las tendencias seculares hasta ahora detectadas en los movimientos de los bloques de primer orden, constituyen partes de un ciclo oscilatorio de gran amplitud y largo período, aún inconcluso. Tales oscilaciones con períodos del orden del centenar de millones de años y con amplitudes de varios miles de metros, se han detectado en las áreas con régimen platafórmico (BELOUSSOV, 1962). Ante tales evidencias, la existencia de una oscilación, tal como se idealiza en la curva 3 de la figura 3, es una hipótesis totalmente factible.

El nivel de estudio alcanzado hasta el presente sobre los movimientos oscilatorios en Cuba, no permite precisar si las sinusoides representadas en la figura 3 son armónicas, o si sus fases se mezclan estocásticamente. Este defecto de los resultados es intrínseco del método de análisis utilizado (paleofacial y geomorfológico), que toma como punto de referencia el nivel medio del mar. Se sabe que en el transcurso del tiempo geológico el nivel medio del mar no

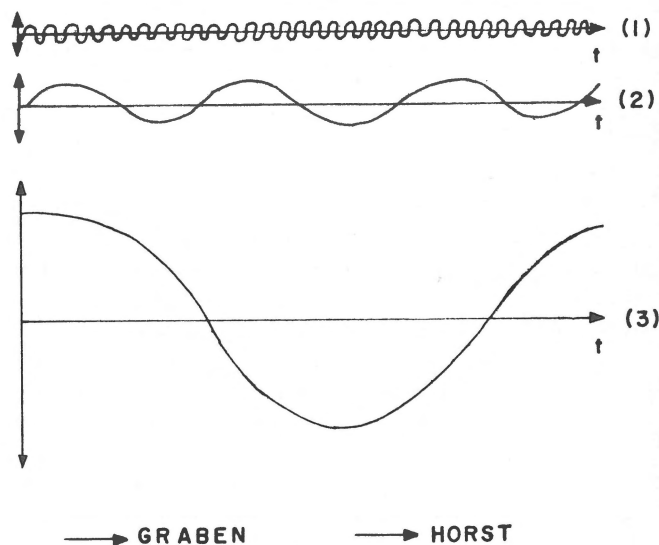


Fig. 3

Representación ideal del espectro de los movimientos oscilatorios. La suma de las tres curvas ilustra la onda oscilatoria que corresponde con los desplazamientos verticales de los bloques. La escala de tiempo (t) y de amplitud es arbitraria. Explicación en el texto. (Idealized spectrum of the oscillatory movements. The sum of the three curves gives the wave which corresponds with the vertical movements of the blocks. Time scale (t) is arbitrary as well as amplitude. See text for further explanation.)

permanece constante, sino que sufre oscilaciones periódicas. Estas oscilaciones tienen una relación estocástica con las oscilaciones corticales y pueden reforzar o atenuar el efecto de estas últimas.

Anteriormente se ha analizado el carácter de los movimientos de los bloques de diversos órdenes, faltando la evaluación conjunta de todo el territorio. Cuba en su conjunto, constituye un gran bloque hórstico, si se compara con las áreas marinas adyacentes. Como tal, ha sufrido varias oscilaciones a partir del Eoceno Superior, cuyas características han sido las siguientes: una transgresión (descenso general) caracteriza el Eoceno Superior (Fig. 2), que se desdobra a un proceso general de regresión (levantamiento) durante el Oligoceno; transgresión en el Mioceno Inferior; regresión en el Mioceno Medio y Superior; transgresión en el Plioceno-Cuaternario; y regresión general en el Pleistoceno a Reciente.

Estas oscilaciones han quedado bien marcadas en las secuencias, independientemente de los rasgos faciales determinados por las oscilaciones de los bloques individuales. Hay tres épocas en que se observan ingentes acumulaciones de material terrígeno: Eoceno Superior, Mioceno Inferior y Plioceno-Cuaternario. Las oscilaciones antes reseñadas, ocurren simultáneamente con aquellas que se describieron anteriormente para los bloques de primer orden en particular, constituyendo un elemento más que contribuye a complicar la discriminación de las distintas oscilaciones corticales del

territorio. No se puede descartar la posibilidad de que las oscilaciones de duración media y mediana amplitud detectadas en los bloques por separado, sean sólo el reflejo de estas oscilaciones generales de todo el territorio cubano. Por el momento es más conveniente considerarlas independientemente.

Todo lo anteriormente reseñado, demuestra la unidad del desarrollo de los movimientos tectónicos de la corteza terrestre en Cuba durante su etapa platafórmica. Los diversos bloques, con sus historias particulares, representan solamente estadios de un mismo proceso; formas de un mismo tipo de desarrollo cortical. Las tendencias aparentemente opuestas en la polaridad de los movimientos pierden su individualidad y pasan a constituir parte integrante de un mismo proceso unitario.

Este proceso tiene lugar de tal manera, que los ascensos y descensos de bloques ocurren simultáneamente. En estas circunstancias los bloques con tendencias distintas de movimiento, son la manifestación externa de un proceso unitario, cuya esencia está probablemente en el manto subcortical. Esto sugiere un equilibrio dinámico de la corteza terrestre en Cuba, donde los efectos ocasionados por el movimiento de sus partes (bloques) tienen a conjugarse mutuamente, manifestándose como si respondieran a una misma causa. La índole de este proceso no ha podido determinarse.

Como conclusión de este inciso, se puede afirmar que el momento actual del desarrollo geológico de Cuba no representa un estado excepcional de su historia. De hecho, los fenómenos que se desarrollan en la actualidad son parte de un proceso comenzado en el Eoceno Superior cuyo fin no es posible prever.

CUESTIONES GEOTECTONICAS

Desde el punto de vista de la geotectónica, es interesante precisar algunos detalles de la constitución geológica del territorio durante su etapa de desarrollo platafórmico.

Las principales características de la Plataforma Cubana pueden resumirse en los puntos siguientes:

(1) Ausencia de actividad magmática efusiva, limitadísima actividad intrusiva durante el Eoceno Superior (LEWIS & STRACZEK, 1955; LAVEROV ET AL., 1967) y actividad hidrotermal relacionada a las fallas limítrofes entre bloques.

(2) Actividad sísmica muy limitada, con excepción de la relacionada a la falla de Bartlett. Asociación de los focos de terremotos a las zonas de fallas activas. En los sedimentos raramente se preservan huellas de actividad sísmica considerable. Al Norte de la Sierra Maestra, entre Cueto y La Palma, se encuentra una turbidita del Oligoceno que podría estar relacionada a un terremoto.

(3) Subdivisión del territorio en bloques de diversas magnitudes, cuyas superficies varían desde miles hasta decenas de kilómetros cuadrados. Tales bloques tienen una individualidad limitada en lo que respecta a sus movimientos. Los límites entre bloques corresponden con fallas y flexuras que consecuentemente, dificultan en mayor o menor medida los movimientos relativos en las zonas de sutura.

(4) Los movimientos de los bloques son oscilatorios en su esencia, y basculares en cuanto a su forma de manifestarse. Las oscilaciones corticales están representadas por una senoide que puede desdoblarse en varias (al menos tres) ondas simples. Según la tendencia histórica del movimiento de los bloques se pueden clasificar en grabens, semigrabens y horsts.

(5) El basamento de la plataforma está representado por las rocas y estructuras formadas antes del Eoceno Superior. La cobertura está constituida por los sedimentos del Eoceno Superior y más jóvenes. Estos sedimentos tienen características molásicas; son mayormente carbonato-terrágenos; depositados en condiciones marinas poco profundas a batiales, transicionales y epicontinentales subacuáticos y subaéreos.

(6) La cobertura presenta un plegamiento de tipo discontinuo e intermedio (BELOUSSOV, 1962). Los pliegues de menor radio y más fuerte buzamiento en los flancos están relacionados con las zonas de sutura entre los bloques. Dentro del área de cada bloque los pliegues son suaves, generalmente sinsedimentarios de gran radio, que se manifiestan muy bien en los mapas de isopacas y paleogeográficos. Buenos ejemplos son los bloques San Cristóbal, Cauto-Nipe y otros. En los bloques hórsticos la cobertura yace a menudo casi horizontalmente o ligeramente combada. Las regiones más intensamente plegadas y fracturadas coinciden con los bloques grabens y semigrabens. Las orientaciones de los pliegues se mantienen prácticamente invariables (ITURRALDE-VINENT, 1972-a, b).

(7) Las características del campo gravitacional de Bouguer, en sentido general no están condicionadas sensiblemente por la estructura platafórmica neoformada. Se denota una asociación entre las alineaciones de las grandes zonas de gradientes y las fallas limítrofes de los bloques grabens. En algunas zonas (Escambray, Isla de Pinos, Camagüey), los movimientos corticales son conformes con el carácter del campo gravitacional. En otros bloques (La Coloma, Villa Clara, Cauto-Nipe) los movimientos son anti-isostáticos. El campo gravitacional parece estar relacionado a la estructura y composición del basamento que a las características de la cobertura.

(8) La corteza terrestre que caracteriza a la etapa de desarrollo platafórmico es de tipo continental, tal como se detecta

actualmente (IPATENKO ET AL., 1971). La continentalización de la corteza terrestre en Cuba parece ser uno de los resultados de la etapa de desarrollo en arco de islas del territorio (ITURRALDE-VINENT, 1975).

Las características previamente relacionadas están ligadas genéticamente al campo físico bajo cuyo influjo se desarrolló la etapa platafórmica. El estudio del campo físico actual permitirá conocer un diferencial de tiempo del campo pretérito. El estudio de los efectos provocados por la actuación de dicho campo durante toda la etapa, permitirá obtener una visión integral del mismo. La importancia de este concepto es obvia.

El autor considera que los movimientos oscilatorios que caracterizan la actuación de las fuerzas tectónicas, pueden relacionarse a la existencia de un campo distensional afectando a la corteza terrestre. Tal campo general explica la existencia de una tectónica de horst-graben.

Si se compara la distribución espacial relativa de los bloques horst y graben en Cuba (Fig. 1), con los sistemas africanos o los 'rift valley' de las cordilleras medioceánicas, queda evidente que en Cuba no existe la linealidad que caracteriza a estos últimos. La estructura más cercana en su aspecto es la Gran Cuenca (Great Basin) de los Estados Unidos de Norteamérica (STEWART, 1971). Esto indica que cada una de estas regiones tienen campos distensionales con características propias, no enteramente comparables. Para determinar la estructura específica del campo físico que actuó y aún opera en Cuba es necesario extender el análisis al resto del Caribe. Esta cuestión se aleja excesivamente de los objetivos de este trabajo.

Otro problema que es interesante plantear está relacionado con la hipótesis de la formación de los magmas en los campos distensionales (SCHEINMANN, 1962; DICKINSON & HATHERTON, 1967; DICKINSON, 1968; BELOUSSOV, 1969; TANNER, 1973; y otros). Según estos autores, los magmas subcorticales se separan durante la actuación de esfuerzos distensionales y ascienden a la superficie a través de fracturas mediante un proceso semejante al diapirismo. Entonces es válido preguntar por qué en Cuba, donde ha operado un campo distensional desde el Eoceno Superior, y la corteza está profusamente fracturada, no se ha desarrollado el magmatismo efusivo.

Esta pregunta no tiene una respuesta sencilla. Se pueden plantear algunas posibles explicaciones:

- (1) las fallas del estadio platafórmico no son lo suficientemente profundas para alcanzar el manto subcortical;
- (2) el régimen distensional está limitado a la parte superior de la corteza. Es posible que, hacia la profundidad el campo de esfuerzos de tensión sufra una inversión paulatina hasta compresional;
- (3) el manto subcortical es de un tipo 'modificado' que requiere condiciones muy específicas para licuarse en magma. Tales condiciones no han existido durante la etapa platafórmica. Esta modificación hipotética del manto

subcortical sería el resultado de la evolución en arco de islas.

Las tres posibilidades anteriores son factibles individualmente, como también es posible que todas ellas ejerzan influencia en alguna medida. Se puede aducir la limitación de la actividad sísmica como la causa de la ausencia del magmatismo. En Oriente, donde se ha reportado magmatismo hipoabisal a subvolcánico de edad Oligoceno, el autor encontró una capa de turbidita del Oligoceno Inferior cercana a la zona magmática. Sin embargo, no está totalmente aclarada la relación causa-efecto entre el magmatismo y la actividad sísmica. En consecuencia, el problema no queda solucionado. La aclaración de estas cuestiones conduce de nuevo al campo de la especulación geotectónica, apartándose de los objetivos de este trabajo.

ALGUNAS DERIVACIONES TEORICO-PRACTICAS

Como resultado de las investigaciones expuestas en el presente trabajo es posible derivar algunas consideraciones de interés para la geomorfología y geología de Cuba. El autor no pretende hacer suyas estas conclusiones, pues en su esencia ellas han sido planteadas por otros investigadores (v. gr. KARTASHOV & MAYO, 1972, 1974). El hecho es que se derivan con naturalidad de los conceptos anteriormente expuestos.

(1) El tipo de desarrollo de la corteza terrestre en Cuba, caracterizado por los movimientos oscilatorios y basculares de bloques, recomienda tomar cuidados especiales al establecer correlaciones entre superficies de erosión. Las correlaciones son válidas sólo entre los límites de cada bloque, y en un caso extremo, entre bloques con las mismas tendencias de desarrollo. Aún tomando tales precauciones, la veracidad de las correlaciones por altitud no se puede sobrevalorar. Esto se debe a que dentro de los límites de los bloques de primer orden existen subbloques de órdenes inferiores con diversas tendencias de movimiento. En cualquier caso las correlaciones por altitud de las superficies de peniplanación, de las terrazas fluviales o marinas de los niveles de cavernamiento, superficie de las cumbres y otras, son puras especulaciones si no se toman en cuenta las recomendaciones dadas.

(2) La datación de las superficies geomorfológicas de cualquier tipo no se puede establecer siguiendo el criterio simplista de: 'a mayor altura, mayor antigüedad'. Las diferencias entre la polaridad de los movimientos corticales, así como el carácter oscilatorio y bascular de los desplazamientos de los bloques, unidos a las frecuentes oscilaciones del nivel del mar, prácticamente invalidan este criterio. Es perfectamente posible encontrar terrazas marinas jóvenes a mayor altura que las antiguas; o superficies de erosión antiguas, a niveles inferiores que las más jóvenes. Para establecer las dataciones hay que tomar en cuenta simultá-

neamente los efectos de las oscilaciones terrestres y eustáticas y discriminarlos. El filtrado de una u otra onda requiere investigaciones especiales a escala local y regional.

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo González, M. 1970 Contribución al estudio de la evolución geomorfológica de la Sierra de Los Organos, Pinar del Río, Cuba - Rev. Tecnol. 8: 15-34.
- Academia de Ciencias de Cuba y URSS 1970 Atlas Nacional de Cuba, Edit. 2, URSS.
- Basov, B. & M. Dilla 1975 Estratigrafía de los depósitos del Terciario de la cuenca del Cauto y del Golfo de Guacanayabo - Resúm. Prim. Jornada Ci.-Téc. MCM 1: 30-32.
- Belousov, V.V. 1962 Basic problems in geotectonics - McGraw Hill: 816 pp.
- 1969 Interrelations between the Earth's crust and the upper mantle - Amer. Geoph. Un. 13: 608-712.
- Dickinson, W.R. 1968 Circum-Pacific andesite types - J. Geoph. Res. 73: 2261-2269.
- Dickinson, W.R. & T. Hatherton 1967 Andesite volcanism and seismicity around the Pacific - Science 157 (3790): 801-803.
- Formell Cortina, F. 1969 Geología de la ensenada de la Broa y territorios adyacentes - Serie Transf. Naturaleza. Acad. Ci. Cuba 9: 32 pp.
- Furrazola Bermúdez, G. et al. 1964 Geología de Cuba - Ed. Univ.: 239 pp.
- Guzmán E. & Z. de Cserna 1963 Tectonic history of Mexico - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 2: 113-129.
- Ionin, A., Y. Pavlidis & O. Avello 1972 Relieve de la zona costera y sedimentos del fondo de la costa norte de Cuba en la región del archipiélago Sabana-Camagüey - Acad. Ci. Cuba, Serie Oceanogr. 12: 25 pp.
- Ipatenko, S., M. Kopnin & S. Shijov 1971 Empleo de la exploración gravimétrica para estudiar la estructura de la corteza terrestre de la isla de Cuba y los territorios adyacentes - Rev. Tecnol. 9: 40-47.
- Iturralde-Vinent, M. 1969-a Principal characteristics of Cuban Neogene stratigraphy - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 53: 1938-1955.
- 1969-b El neógeno en la provincia de Matanzas, Cuba - I.N. Rec. Hidraul. Publ. Esp. 7: 3-30.
- 1970-a Neogene stratigraphy in western Cuba: new data - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 54: 658-661.
- 1970-b Estudio preliminar de los sedimentos del neógeno en la rovinica de Camagüey - Rev. Tecnol. 8: 28-32.
- 1971 Correlación estratigráfica del neógeno de Cuba - Rev. Tecnol. 9: 15-19.
- 1972-a Principales características de la estratigrafía del Oligoceno y Mioceno Inferior de Cuba - Rev. Tecnol. 10: 24-35.
- 1972-b Principal characteristics of Oligocene and lower Miocene stratigraphy of Cuba - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 56: 2369-2379.
- 1975 Problemas en la aplicación de dos hipótesis modernas a Cuba y la región caribe - Rev. Tecnol. 13: 46-63.
- 1976 Estratigrafía de la zona Calabazas-Achotal. Mayarí Arriba, Oriente - Rev. Minería Cuba.
- Iturralde-Vinent, M. & J.L. Morales 1973 Contribución al estudio del Mioceno Superior y Plioceno al norte de Matanzas, Cuba - Rev. Tecnol. 11: 23-31.
- Karabaev, V. 1971 Estudio de los cauces antiguos de los ríos en los hidroconjuntos Zaza, Minerva y Paso del Lebrije. En: Skwaletski & Iturralde-Vinent 1971: 41-45.
- Kartashov, I.P. & N.A. Mayo 1972 Algunas particularidades de las estructuras de los depósitos del cuaternario continental de Cuba Central y Occidental - Acad. Ci. Cuba, Serie Geol. 10: 9 pp.
- 1974 Principales rasgos del desarrollo geológico de Cuba Oriental en el Cenozoico Tardío - Acad. Ci. Cuba, Contr. Geol. Cuba: 167-173.
- Kumpera, O. 1971 The fault systems in the block of Oriente, Cuba - Sb. ved. praci Vys. skoly banke v Ostrave, Roc. 17.
- Kuuziec I.I. & M. Solís 1971 Características físico-mecánicas de las arcillas cuaternarias de la provincia de Oriente. En: Skwaletski & Iturralde-Vinent 1971: 16-25.
- Lapshin, N.N., M. Iturralde-Vinent & A.M. Oscotski 1968 División en regiones hidrogeológicas de la zona Guane-Mantua, provincia de Pinar del Río, Cuba - Inst. Nac. Rec. Hidr. Publ. Esp. 5: 37-54.
- Laverov N., R. Cabrera & A. Calvache 1967 Breve informe sobre la metalogénia de los yacimientos hidrotermales de cobre en Cuba - Acad. Ci. Cuba, Rev. Geol. 1: 77-86.
- Lukać, M. 1969 Estratigrafía y génesis de la sal gema en Punta Alegre y en Loma Cunagua, provincia de Camagüey - Rev. Tecnol. 7: 20-42.
- Lewis, G. & J. Straczek 1955 Geology of South-Central Oriente, Cuba - U.S. Geol. Survey Bull. 975 D: 171-336.
- Meyerhoff, H.A. 1954 Antillean tectonics - New York Acad. Sci. Trans. Ser. 2: 149-155.
- Núñez Jiménez A., O. Stelcl, V. Panos & J.F. de Albear 1970 La llanura costera occidental de Pinar del Río - Acad. Ci. Cuba, Ser. Esp. y Carsológica 19: 113 pp.
- Peivé, A., N. Streiss, A. Mossakovsky, S. Ruzhentsev, N. Bogdanov, V. Burtman, A. Knipper, G. Makarychev, M. Markov & A. Suvorov 1973 Paleozooides of Eurasia and certain problems of the evolution of the geosynclinal process. En: Developmental stages of folded belts and the problem of ophiolites part I - Acad. Sc. USSR, Inst. Geol.: 52-85.
- Orbera, L. & N. Cabrera 1975 Investigaciones morfológicas en la zona Cabañas-Bahía Honda - Rev. Minería Cuba 1: 44-60.
- Scheimann, Yu. 1962 A mechanism of formation of oceanic magma - Amer. Geoph. Un., Geoph. Mon. 6: 181-186.
- Skwaletski, E.N. & M. Iturralde-Vinent 1971 Investigaciones ingeniero-geológicas con fines hidroeconómicos en Cuba - Gpo. Hidr. DAP, La Habana.
- Stewart, J.H. 1971 Basin and range structure: a system of horst and grabens produced by deep-seated extension - Geol. Soc. Amer. Bull. 82: 1019-1044.
- Soloviev, O., S. Skidan, I. Skidan, A. Pankratov & C. Judoley 1964 Comentarios sobre el mapa gravimétrico de la isla de Cuba - Rev. Tecnol. 2: 8-19.
- Tanner, W.F. 1973 Deep-sea trenches and the compression assumption - Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull. 57: 2195-2206.