

FIGURA 7. Zonas perspectivas para petróleo y gas en las porciones centro-sur y suroriental de la sierra de Cubitas. Escala: 1:250 000.
 ○: Zona muy perspectiva; △: Zona perspectiva; ~: Zona no perspectiva; ▨: Zona probablemente perspectiva; ◉: Manifestaciones de hidrocarburos.

Perspectiva gasopetrolífera de la zona centro-norte de Camagüey

En la zona centro-norte de Camagüey se dan una serie de condiciones geológicas favorables para la ocurrencia de yacimientos gasopetrolíferos, entre las que se destacan:

- Presencia de las secuencias de la sub-AEF del paleotalud (zona Placetas).
- Un potente espesor de calcirruditas y calcarenitas de las cuencas de antepaís.
- Presencia de una secuencia potente de ofiolitas que sirve de sello.
- Manifestaciones de hidrocarburos en el subsuelo y en la superficie.

CONCLUSIONES

1. El área centro-norte de Camagüey, al sur de Cubitas, es muy perspectiva para los yacimientos gasopetrolíferos.
2. La Fm. Cercado se formó en condiciones diferentes a las de la Fm. Senado.
3. Las secuencias del paleotalud están cubiertas por las secuencias de las cuencas de antepaís y a la vez yacen por debajo de las ofiolitas.

BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, R. y otros: «Geología y vulcanismo de la zona Zaza en la provincia de Camagüey», *Resúmenes del Primer Congreso Cubano de Geología*, La Habana, 1989.
- COBIELLA-REGUERA, J.L.: *Geología de Cuba*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1984.
- FURRAZOLA-BERMÚDEZ, G. y otros: *Geología de Cuba*, Editorial del Ministerio de Industrias, La Habana, 1964.
- HATTEN, C. et al.: «Geology of central Cuba and western Camagüey provinces», *Informe geológico* (1987), Empresa Perforadora y Extractora de Petróleo de la región oriental, Ciego de Ávila.
- JUDOLEY, K.M.: «Principal features of Cuban geology», *AAPG*, (51): 789-791, 1967.
- LEWIS, J.: «Cuba. The geology of North America», vol. H, *The Caribbean region*, Special paper GSA, 1990.
- Mapa geológico de la República de Cuba*, escala: 1:500 000, La Habana, 1985.
- Mapa tectónico de la República de Cuba*, escala: 1:500 000, La Habana, 1985.
- QUINTAS, F.: *Informe geológico parcial del levantamiento geológico a escala 1:100 000 de Camagüey*, Oficina territorial de reservas minerales, Camagüey, 1983.
- TCHUNEV, D. y otros: *Informe del levantamiento geológico del territorio Ciego-Camagüey-Las Tunas*, escala: 1:250 000, Oficina territorial de reservas minerales, Camagüey, 1981.

Secciones geológico-geofísicas regionales de Cuba

Roberto Otero Marrero*
 Rafael Tenreiro Pérez*

*Centro de Investigaciones del Petróleo (CEINPET), La Habana.

INTRODUCCIÓN

En este artículo haremos una descripción sucinta de la interpretación geológico-geofísica integral realizada en diferentes regiones del país, apoyada en tres secciones regionales de los sectores occidental, central y oriental de Cuba. Estas secciones de dimensiones nunca antes analizadas en este tipo de trabajo atraviesan a Cuba y permiten aclarar la estructura geológica tanto en tierra como en mar. Las mismas se confeccionaron aplicando las concepciones actuales sobre la tectónica del archipiélago apoyadas por datos geológicos y sismológicos, los cuales sirvieron de base para el modelado gravimagnético.

Datos geológico-geofísicos utilizados

En la Figura 1 se muestran las líneas sísmicas empleadas para la confección de las distintas secciones regionales. Las líneas sísmicas de aguas profundas utilizadas (8442; 8608; 8431; 8442; 8614; 8406 y 8742) se obtuvieron entre 1984 y 1987 utilizando el método de reflexión con un recubrimiento de 2 400 % y mediciones gravimagnéticas a bordo.

Para la confección de la sección correspondiente a la región oriental se utilizó la línea sísmica 8442, la cual se extiende 40 km en dirección nortordeste en las aguas profundas del Canal Viejo de Bahamas. En tierra contamos con el perfil regional I realizado como parte de las investigaciones geológico-geofísicas llevadas a cabo con vista a la ubicación de la Central Nuclear del norte de Holguín. Esta línea es un sondeo sísmico profundo (método de refracción) y se extiende desde la costa norte en las inmediaciones de Gibara hasta las cercanías del poblado de Guisa en las estribaciones de la Sierra Maestra. En las aguas profundas del sur oriental la sección se continúa mediante la línea 8608 que se extiende en posición sublongitudinal a lo largo de 70 km.

La sección que caracteriza a Cuba central se confeccionó a través de la línea sísmica 8431 de dirección sublatitudinal y extensión de 79,5 km en el litoral norte. En tierra la sección toma como referencia los puntos de observación del método de ondas de cambio de los terremotos realizados a través del perfil V y en las aguas del sur continúa a través del perfil 8614. Además de la gran cantidad de afloramientos presentes en la región de Cuba central, como fuente de datos geológicos se contó con los pozos Puntilla 1 (1 129 m), cayo Frago 1 (5 013 m), cayo Francés 5 (4 500 m) y Doubloon Saxon 1 (6 631 m).

La sección que caracteriza el sector occidental de la Isla fue confeccionada a través de la línea sísmica 8406 que se extiende en dirección noroeste, a lo largo de 146,35 km del litoral norte de la provincia de Pinar del Río. Hacia el sur, la sección se continúa a lo largo del perfil regional I que se extiende desde la costa norte hasta las inmediaciones de la Isla de la Juventud al sur. En este perfil se aplicó el método sismológico que registra las ondas de cambio de los terremotos y los métodos sísmicos de reflexión y refracción. Para el extremo meridional de la sección (sur de la Isla de la Juventud) se empleó el extremo sur del perfil 8742.

RESUMEN: Tres secciones a través de Cuba por sus sectores occidental, central y oriental se confeccionaron partiendo de datos geológicos, sismológicos y gravimagnéticos. Los rasgos comunes a todas las líneas son: la obducción regional del arco volcánico y su basamento sobre parte de la corteza continental; el cabalgamiento de las rocas de cuenca de aguas profundas sobre las plataformas carbonatadas; el basamento cristalino presenta altos valores de densidad y velocidad, y se encuentra a 10-12 km de profundidad. Se asume el modelo de cizalla (Wernike, 1985) para la etapa preorogénica de los márgenes continentales (J-K₂) con una tectónica extensiva.

Durante la etapa de orogenia se alcanza la inversión de todas las cuencas del margen continental que cabalgan a lo largo de las mismas fallas preorogénicas. Las fallas profundas del basamento también juegan en sentido inverso. El estilo de plegamiento de cada uno de los cinturones cabalgados considera la presencia de niveles de despegue principales e intermedios.

ABSTRACT: Three sections through western, central and eastern Cuba were made taking as the basis geological data, seismologic and gravimagnetics. The features that are common to all the lines are described as follow: the regional obduction of the volcanic arc and its basement over the southern on part of the continental crust, the thrusting of the basinal deep waters rocks over the carbonate platforms, the crystalline basement presents high density and high velocity. Lying at 10-12 km depth. It is assumed the simple shears model (Wernike, 1985) for the preorogenic stage of the continental margins (J-K₂) with an extensive tectonic. During the orogeny stage is assumed the inversion of all the basin of the continental margin thrusting along preorogenic faults. The deep fault of the basement also moves in inverse sense. The style of folding of each thrusting belt considers the presence of several levels of detachment.

Como fuente de datos geológicos se utilizó, además de los aportados por los afloramientos en el sector terrestre, los datos de los pozos para petróleo: Dimas 1

(5 505 m), Esperanza 2 (3 529 m), Pinar 1 (5 200 m), San Diego 1 (3 122 m), Rojas 1 (1 052 m) y Guanál 1 (980 m).

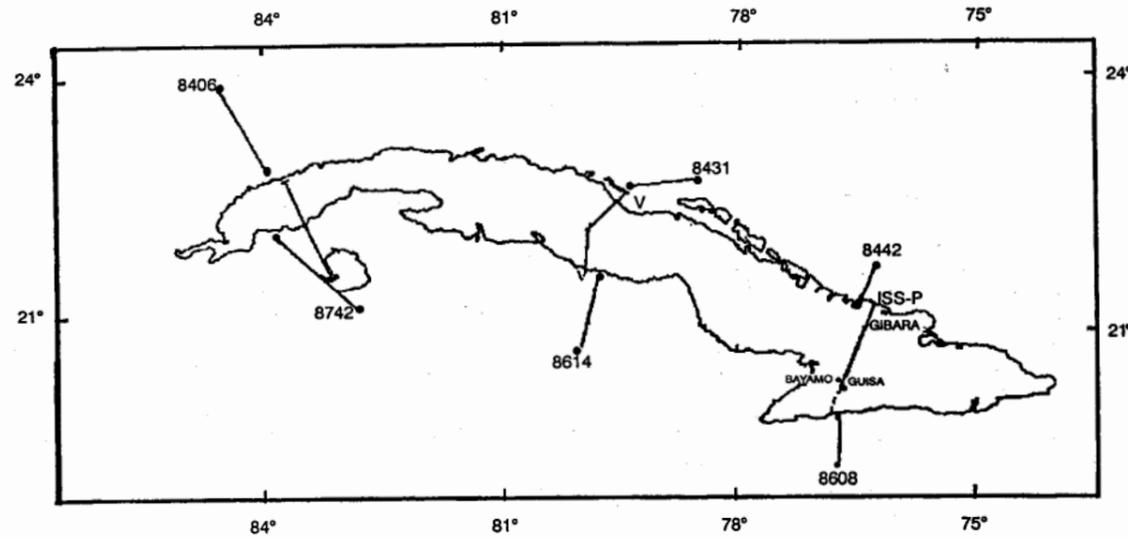


FIGURA 1. Ubicación de las líneas regionales.

Metodología empleada en la interpretación

Los pasos llevados a cabo para la interpretación fueron los siguientes:

1. Confección, a partir de los datos geológicos y sismológicos existentes, de una primera variante sobre la posible estructura geológica de la sección, y asignación de la geometría y posición espacial de los diferentes cuerpos geológicos.
2. Tomando como referencia las mediciones de densidad efectuadas en cientos de núcleos de pozos para petróleo que caracterizan la parte superior del corte geológico y los valores de densidad que para las estructuras profundas (basamento y manto superior) son asignadas en la literatura, se confecciona el modelo de densidades.
3. Aplicación del método de Talwani en el cálculo del campo gravimétrico creado por los diferentes cuerpos geológicos propuestos y solución de la tarea inversa, mediante un proceso de aproximaciones sucesivas del campo teórico al observado hasta lograr obtener una coincidencia aceptable entre ambos. En este paso, correspondiente al modelado gravimétrico bidimensional, se empleó el programa GRAV2D8. El campo teórico se obtiene para la distribución geométrica propuesta inicialmente, que puede ser modificada luego por el interpretador al variar la distribución geométrica del o los cuerpos presentados, así como sus densidades efectivas.
4. Confección del modelo magnetométrico mediante la asignación de atributos magnéticos a los cuerpos geológicos que por su naturaleza (conocida o supuesta) poseen propiedades magnéticas. Para este

modelaje se utilizó como atributo la intensidad de magnetización de los diversos cuerpos.

5. Cálculo del campo magnético creado por los diferentes cuerpos geológicos con propiedades magnéticas y resolución de la tarea inversa mediante la aproximación sucesiva del campo teórico al observado hasta llegar a obtener una coincidencia aceptable entre ambos. Para esta tarea de modelado magnetométrico bidimensional se empleó el programa MMG.
6. Confección de la sección geológica a partir de la geometría trazada para los diferentes cuerpos y sus características geólogo-geofísicas.

Para delinear la geometría del basamento se realizó, para las secciones occidental y central, una reinterpretación en la correlación de los puntos de cambio de las ondas de los terremotos asumiendo el modelo de cizalla (Wernicke, 1985) para la etapa preorogénica de los márgenes continentales (J-K₂) con una tectónica extensiva y que las fallas originadas en esta etapa jugaron en sentido inverso durante la etapa orogénica posterior. Los datos sismológicos permiten, además, conocer el espesor total de la corteza terrestre.

CONCLUSIONES GEOLÓGICAS

En la Figura 2 se muestra la sección correspondiente a la región oriental. El sur de la sección está caracterizada por un fino espesor de corteza tipo oceánica correspondiente a la fosa Caimán-Bartlett. Esta corteza se encuentra en contacto tectónico con la de tipo transicional fina de la región sudoriental mediante la falla de transformación del sistema Bartlett-Caimán, la cual, en su sección al sur de la Sierra Maestra, tiene carácter sinistral. El espesor de la corteza aumenta paulatinamente

hacia el norte y alcanza sus valores máximos (34 km) debajo de la zona intensamente plegada y cabalgada de la plataforma carbonatada. Debajo del Canal Viejo de

Bahamas la corteza disminuye su espesor hasta alcanzar valores similares a los de la región centro-oriental (alrededor de 26 km).

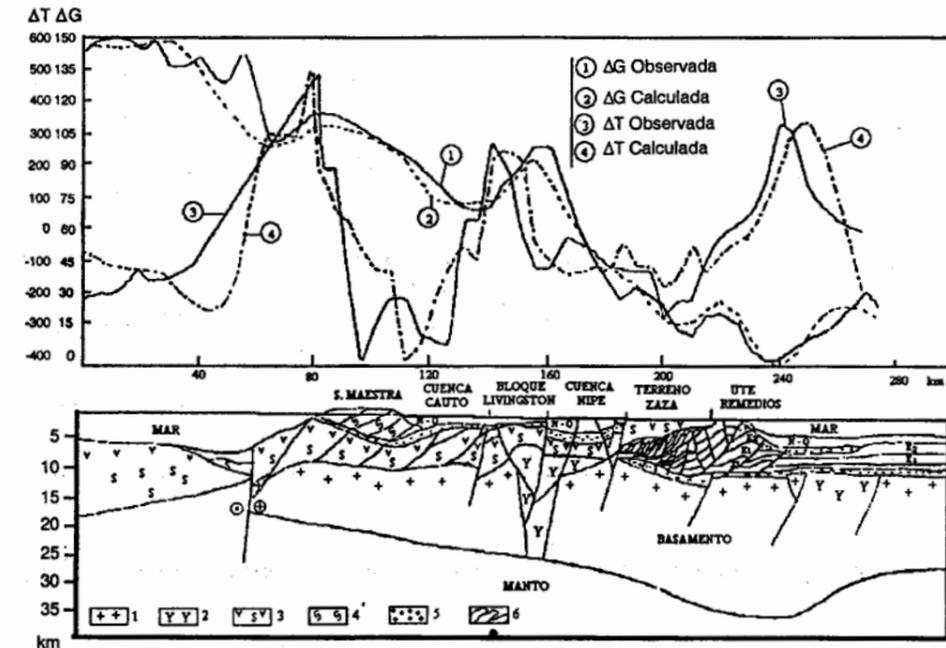


FIGURA 2. Sección regional de Cuba oriental.

1. Basamento; 2. Intrusiones; 3. Arco volcánico cretácico y su corteza oceánica (terreno Zaza); 4. Arco volcánico paleógeno (terreno Turquino); 5. Depósitos sinorogénicos; 6. Depósitos de cuenca del margen continental (UTTEs Camajuani y Placetas).

La Sierra Maestra está constituida por las rocas cabalgadas del arco volcánico de edad paleógeno (terreno Turquino) con un espesor total estimado de unos 6 km. Al norte de la misma se encuentra la cuenca Cauto con un gran espesor de secuencias del terciario. En el lugar que ocupa la cuenca se espera el desarrollo de secuencias de retroarco tanto del arco volcánico del paleógeno como del cretácico.

La anomalía gravimagnetométrica de Livingston coincide con una zona elevada que divide las cuencas terciarias de Nipe y Cauto. En el sondeo sísmico profundo se observa una anomalía de velocidad bien definida, posiblemente asociada al basamento, coincidente con la anomalía gravimagnetométrica de Livingston. Esta anomalía se interpreta como un aumento local de la densidad en el basamento debido, tal vez, a intrusiones de rocas ultrabásicas procedentes del manto (diapiro del manto). Este tipo de anomalía es característico de los mares marginales (cuencas de retroarco) en el mundo como respuesta al hundimiento en la zona de Benioff de la placa oceánica. Una interpretación similar se realiza para el máximo gravimagnetométrico observado en las aguas profundas del Canal Viejo de Bahamas.

En el sector inmediato a la costa norte se encuentra el cinturón plegado Catuco constituido por rocas de

la UTE Remedios. Más al norte, la plataforma carbonatada se presenta muy poco alterada por los esfuerzos de compresión.

En la sección correspondiente a la región central (Figura 3) se observa, al norte del macizo metamórfico del Escambray, una gran extensión de territorio donde afloran los depósitos del terreno Zaza (arco volcánico cretácico y su corteza oceánica); y más al norte, se hallan en contacto tectónico afloramientos de los depósitos de cuenca (UTE Placetas y Camajuani). Se considera que debajo de buena parte del terreno Zaza se pudieran encontrar estructuras integradas por dúplex de rocas pertenecientes a la cuenca del margen continental.

Los depósitos de cuenca se encuentran cabalgados sobre la plataforma carbonatada, cuyo grado de deformación va disminuyendo de sur a norte. Más al norte los datos sísmicos comprobados por perforación (pozo Francés 5 en la sección) muestran las secuencias de la UTE Remedios cabalgando sobre el margen sur del paleocanal de Coco. Este paleocanal con rocas carbonatadas de aguas profundas, dentro del banco carbonatado, se plantea que tuvo su origen durante la etapa de extensión hasta el cenomaniense (posiblemente hasta el maestrichtiense).

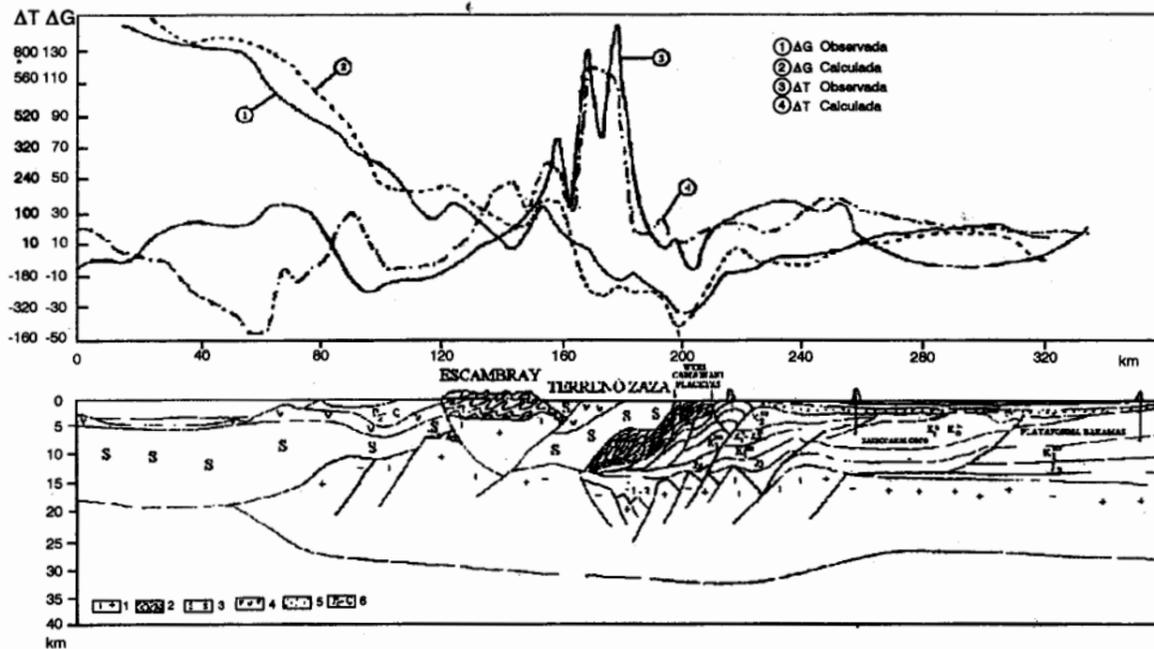


FIGURA 3. Sección regional de Cuba central.

1. Basamento; 2. Macizo metamórfico Escambray; 3. Corteza oceánica; 4. Arco volcánico cretácico; 5. Depósitos sinorogénicos; 6. Depósitos posorogénicos.

En la parte sur de la sección que caracteriza la región occidental (Figura 4) se observan, cubiertas por el arco volcánico y su corteza oceánica, las rocas jurásicas intensamente plegadas y metamorizadas que constituyen el macizo metamórfico Isla de la Juventud, el cual tuvo un origen similar al macizo metamórfico del Escambray al ser arrollados, amontonados y cubiertos los depósitos terrígeno-carbonatados del jurásico por el arco volcánico y su corteza oceánica. La presión y temperatura ejercida sobre estos sedimentos propiciaron su metamorfismo.

Más al centro de la sección se observa la cuenca de los Palacios que yace sobre las rocas plegadas y cabalgadas del arco volcánico. Se supone al arco volcánico cubriendo tectónicamente la sección plegada del margen continental perteneciente, quizá, a la UTE Esperanza. Esta se supone, a su vez, cabalgada junto a los depósitos del $J_{1,2}$ sobre la sección plegada del margen continental correspondiente a la UTE Órganos. La falla Pinar separa la cuenca del bloque elevado Pinar donde afloran fundamentalmente sedimentos del $J_{1,2}$ (formación San Cayetano). En el centro de este bloque existen afloramientos de la UTE Órganos en una ventana tectónica; además, dicha UTE se encuentra bien estudiada por el pozo Pinar 1, el cual mostró la presencia de al menos tres pliegues escamados en su corte. En esta zona central del bloque Pinar fue erodada no sólo la sección sin-

crónica a la ruptura (*syn-rift*), sino, además, casi la totalidad del manto del terreno Zaza que lo cubrió originalmente y del cual sólo quedan aislados bloques.

Más al norte aflora la UTE Esperanza, el espesor aparente total de este manto llega a los 5 km, pero los pozos perforados en dicha UTE (Esperanza 2 y Dimas 1 en nuestra sección) muestran la presencia de numerosos pliegues escamados, por lo que el espesor real no debe superar los 1 500 m. Ya en la zona mar afuera cambia bruscamente el cuadro estructural y aparece una cuenca relativamente tranquila que abarca la sección al menos desde el jurásico inferior hasta el reciente. Queda todavía desconocida por perforación una sección plegada evidenciada en las secciones sísmicas que yace debajo de los mantos de la sección de cuenca, pero se supone que la misma represente una secuencia de transición que se encontraba situada entre las secuencias de la UTE Órganos y la sección de mar afuera al norte de Pinar del Río. Pero no sólo en la parte occidental de Pinar del Río, sino que en toda la zona de aguas profundas adyacente a la costa norte es posible observar en las líneas sísmicas la zona de triángulo de los últimos cabalgamientos del país plegado cubano en la cuenca de antepaís. En esta zona de triángulo pudieran estar implicadas secuencias de la plataforma carbonatada o de sus transiciones hacia zonas de aguas profundas (plataformas inundadas).

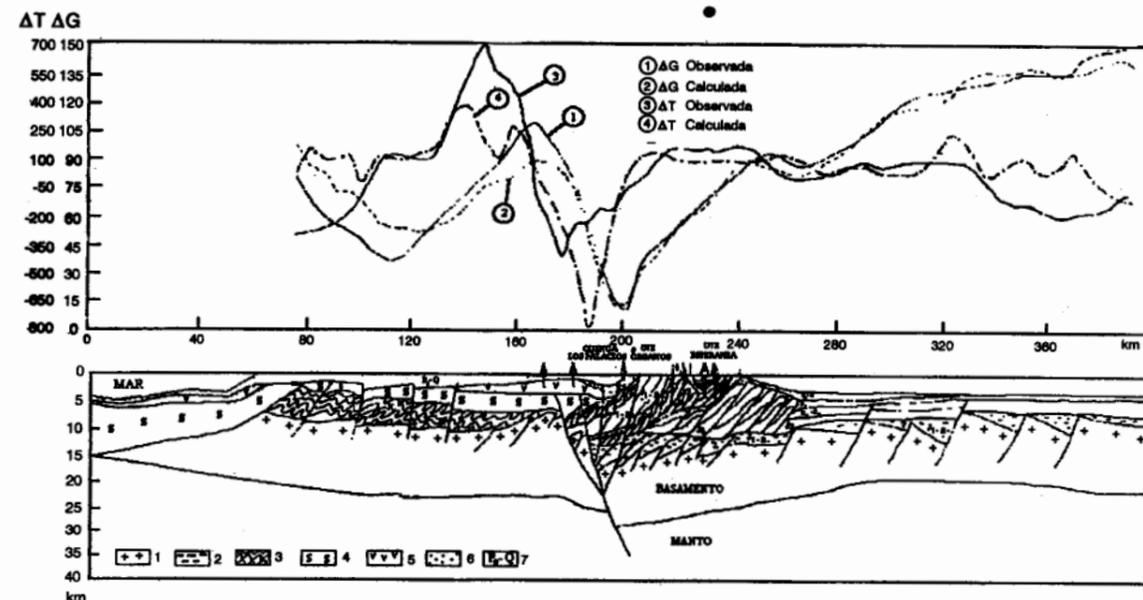


FIGURA 4. Sección regional de Cuba occidental.

1. Basamento; 2. Depósitos *syn-rift*; 3. Macizo metamórfico Isla de la Juventud; 4. Corteza oceánica; 5. Arco volcánico cretácico; 6. Depósitos sinorogénicos; 7. Depósitos posorogénicos.

BIBLIOGRAFÍA

MIRZOEV, K.M. y otros: «Nuevos datos sobre la estructura profunda de Cuba oriental (perfiles complejos Puerto Padre-Bayamo-Guisa)», *Resúmenes del Primer Congreso Cubano de Geología*, p. 120, La Habana, 1989.

OTERO, R. y otros: «Mapa de espesores y tipos de corteza terrestre en Cuba y su plataforma marina», *Segundo Congreso Cubano de Geología*, p. 83, Santiago de Cuba, 1994.

SHERVAKOVA, V. y otros: *Informe sobre los resultados de las observaciones con los aparatos ZEMLIA en el territorio de Cuba occidental llevados a cabo entre 1972 y 1974*, Archivo CEINPET, 1975.

—: *Informe sobre los resultados de las observaciones con los aparatos ZEMLIA en el territorio de Cuba oriental llevados a cabo entre 1974 y 1975*, Archivo CEINPET, 1975.

SIMON PETROLEUM TECHNOLOGY LIMITED/CUPET: «The Geology and Hydrocarbon Potential of the Republic of Cuba», Proprietary Report, SPT, vol. 1, Text and enclosures, Llandudno, United Kingdom, 1993.

TENREYRO, R.; R. OTERO y L.G. LÓPEZ: «Informe parcial del Proyecto Principal 02-95. Contribución a la tectónica regional de Cuba. Aspectos relacionados con el potencial y la exploración de hidrocarburos», Archivo CEINPET, 1995.

MUSEO MUSEO MUSEO

MARIO SÁNCHEZ ROIG

Instituto de Geología y Paleontología
 Calle Vía Blanca s/n y Línea del Ferrocarril
 San Miguel del Padrón
 C.P. 11000

Tel.: 99-5790, 98-6111, 99-5993
 Fax: (537) 33 5345 (537) 33 3833