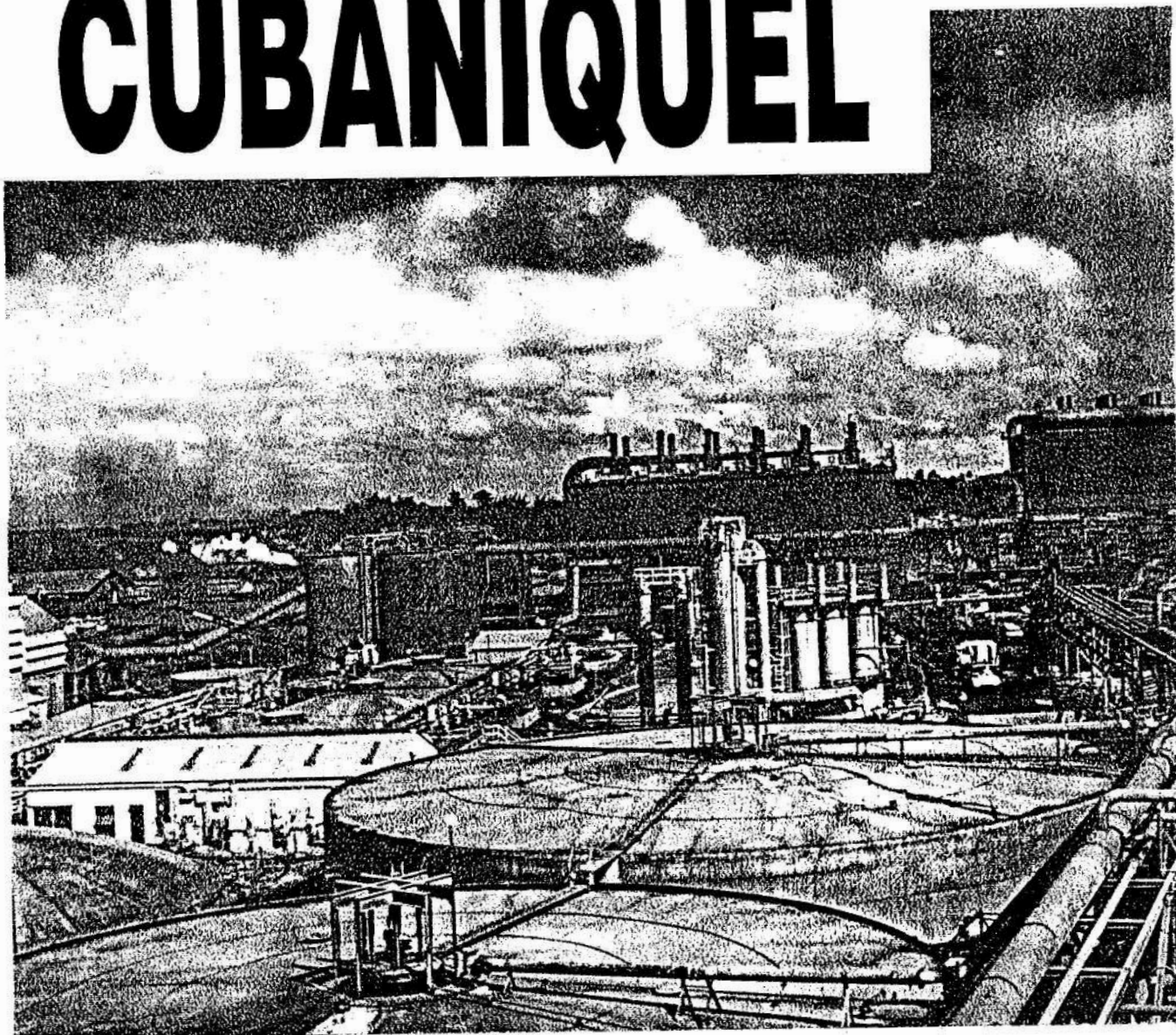


*¡Todo lo que usted necesita saber sobre
protección y uso racional de los recursos!*

CUBANIQUEL



Visítenos y disfrutará del cálido sol caribeño

GAS Y PETROLEO EN COMPLEJAS CONDICIONES TECTONICAS EN LA COSTA NORTE DE LA HABANA, CUBA

Dr. Gabriel García Cardoso

Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Departamento de Geofísica. Ciudad de La Habana

RESUMEN

El bloque Cuba tuvo como escenario para su desarrollo geológico hasta el Campaniano, terrenos geográficamente muy distantes hacia el suroeste, desde donde derivó hasta colisionar con el borde continental estable de Bahamas-Florida. De este hecho se desprenden conclusiones esenciales. En primer término es necesario reconocer la presencia de zonas estructurofaciales muy diferentes a uno y otro lado de la línea de colisión, lo que es determinante para la correcta identificación de secuencias generadoras y colectoras de hidrocarburos.

En el complejo cuadro tectónico existen rasgos estructurales que pueden servir de pauta para la búsqueda de petróleo, como es la existencia de levantamientos alargados (antiformas) y estructuras de cabalgamiento con cierta regularidad espacial.

Al pronosticar la posición geográfica del antiguo escarpe de la Florida, próximo a la costa norte de la provincia de La Habana, se abren interesantes perspectivas gasopetrolíferas no sólo para la banda norte costera, sino más al norte, en el espacio marítimo, y al sur, tierra adentro.

La colisión del bloque de Cuba contra Florida-Bahamas comenzó en el Paleoceno (J.L. Pindel y S.F. Barret; 1990). En este proceso el bloque de corteza tipo intermedio de Cuba, derivaba al encuentro con el borde sur del banco carbonático de la Florida (Figura 1). Se produjo el choque de dos estructuras con

ABSTRACT

The Cuba-Florida collision border began in Paleocene time. During this process took place a very intensive tectonic superposition of different formations. A group of them belong to Bahamas-Florida border and the others to Cuban terrane. Among this complicated picture is possible identify the more favorable oil-gas reservoirs and source rocks.

The position of Florida escarpment and Cruz Verde-Majana antiform axis are the key for oil potentiality additional prediction in Tarara-Boca de Jaruco onshore and offshore zone.

diferentes historias geológicas y complejos rocosos. El terreno cubano, desprendido del núcleo centroamericano (Guatemala-Honduras) en el Campaniano, era portador de las formaciones correspondientes a una zona de subducción.

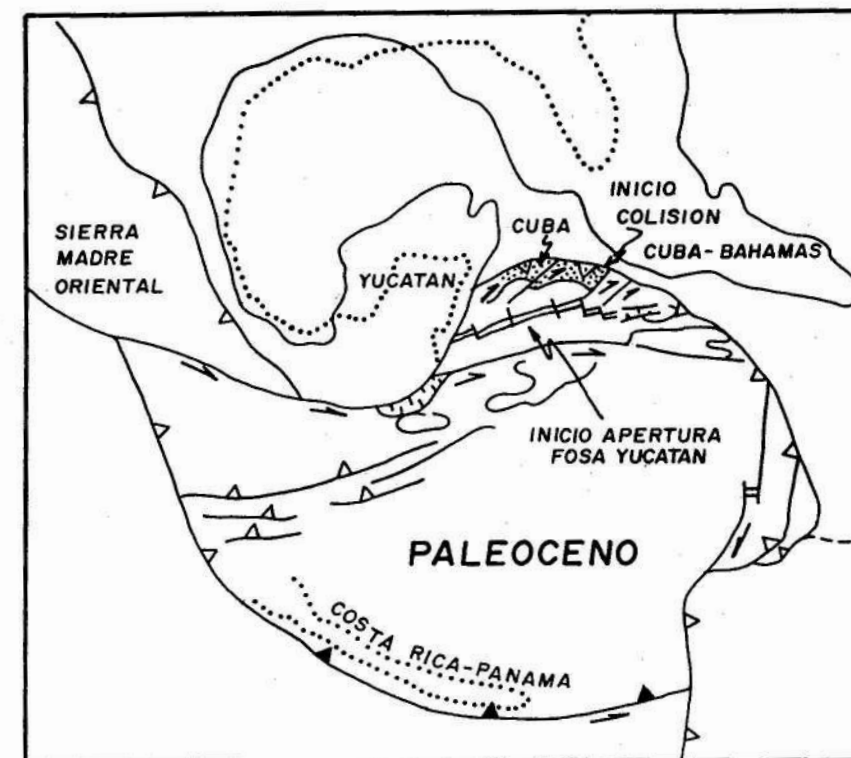


FIGURA 1. Paleografía del Paleoceno: inicio de la colisión del bloque Cuba contra el borde continental estable Bahamas-Florida (según Pindel y Barret, 1990).

Cuenca oceánica profunda: desarrollada sobre el suelo del océano Pacífico, sus componentes típicos están representados en el complejo ofiolítico de Cuba. La cuenca se extendía a lo largo de la costa sureste de México.

Arco volcánico del Cretácico Medio: sus formaciones equivalen a las secuencias vulcano-sedimentarias de La Habana y Matanzas (grupo Chirino-La Trampa).

Cuenca posterior del arco: su desarrollo se produjo durante el Jurásico Superior al Turoniano, en una depresión situada entre el arco de islas volcánicas al sur y sureste de los terrenos continentales al norte (península de Yucatán y Tehuantepec). Las formaciones correspondientes a esta zona estructural en Cuba son: Jagua, Artemisa, Pelier, Martín Mesa, entre otras. Estas secuencias pueden ser generadoras de hidrocarburos.

Cuencas superpuestas del Campaniano-Eoceno Medio: secuencias eminentemente terrígenas, sincrónicas, con los intensos movimientos tectónicos. En la costa norte de La Habana-Matanzas se correspon-

den con las formaciones Vía Blanca, Peñalver, Capdevila, entre otras.

Por otro lado, el borde continental Florida-Bahamas, contra el cual se produjo la colisión, estaba constituido por los elementos estructurales siguientes:

Cuencas de aguas someras del sur de la Florida: sobre su fondo se depositó desde el Jurásico Superior hasta el Paleoceno una gruesa secuencia de calizas, dolomitas y anhidritas (supergrupo Marquesa y Card Sound Dolomite), equivalentes al grupo Remedios de Cuba.

El límite sur del banco carbonático estuvo determinado por el escarpe de la Florida que marcaba el cambio de profundidad del shelf y el fondo de la cuenca del Golfo de México. Esta última se proyecta hacia el sureste, entre los escarpes de Florida y Campeche. El trazado del escarpe de la Florida, enterrado bajo las secuencias terciarias, se aproxima hasta la costa norte de La Habana y penetra en tierra cubana cerca de la bahía de Matanzas (Yumurí-Puerto Escondido), ver Figura 2.

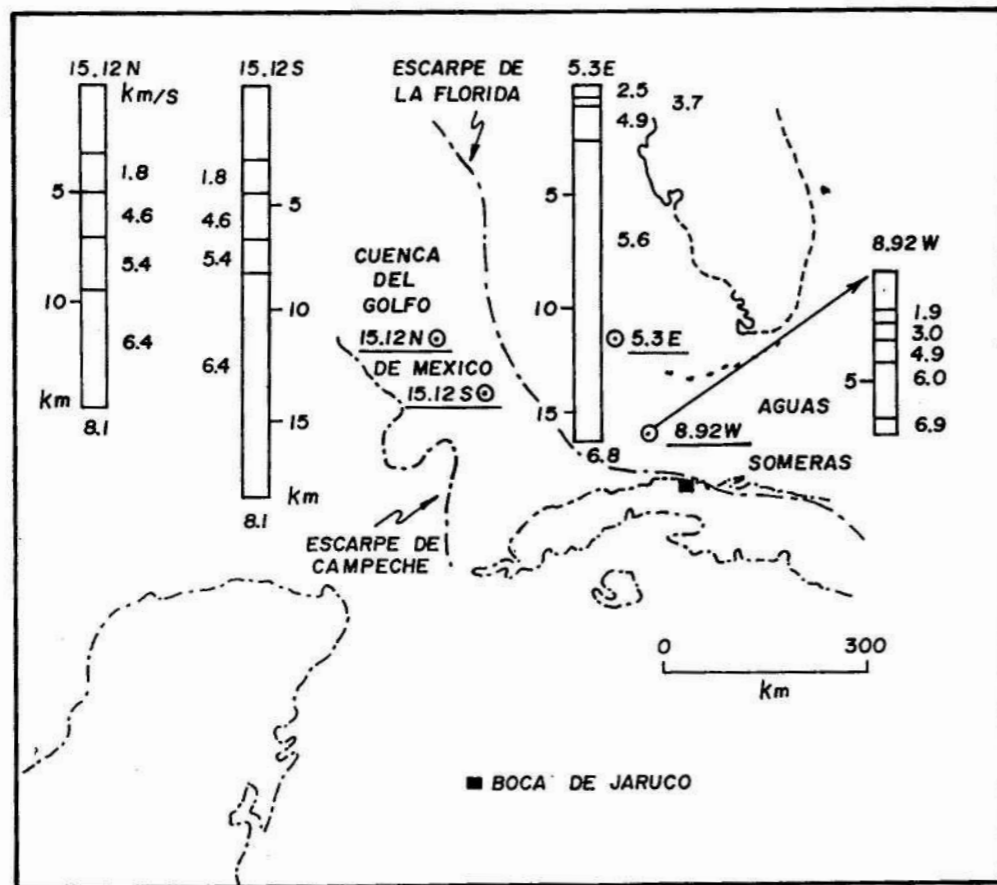


FIGURA 2. Trazado de la línea del escarpe de La Florida y los cortes sísmicos de velocidad, para la cuenca del Golfo de México y el banco carbonatado-salífero de La Florida.

Toda la línea antigua de escarpe coincide en tierra, con una zona de intensa superposición tectónica de formaciones típicas del borde continental de la Florida y el bloque alóctono de Cuba.

M. Iturralde (1990) en un interesante trabajo sobre las ofiolitas de Cuba, argumenta la sugerencia de que el cinturón de ofiolitas del norte de Cuba desde Pinar del Río hasta Baracoa sean bandas de sobreco-

rimiento tectónico, correspondientes al basamento oceánico de los mares que bordeaban el banco carbonático de Bahamas-Florida.

Esta concepción, en modo alguno, puede subestimarse, y sin embargo, debe ser tenida en cuenta. Si se acepta, es obligatorio considerar un doble carácter y origen para el complejo ofiolítico en Cuba.

Resulta muy interesante el hecho de que en la zona del Valle de Yumurí en Matanzas, precisamente en el lugar donde converge el escarpe floridano con la estructura cubana, se localice un área donde aflora una caótica asociación de rocas (complejo San Andrés) de contrastantes orígenes y edades: yeso, anhidrita, mármoles, calizas pelitomórficas, areniscas, esquistos metamórficos antiguos, serpentinitas. No es posible eludir el interés de este hecho que pudiera interpretarse como una especie de "diapirismo local" que causó el arrastre hacia la superficie de este abigarrado mosaico de rocas, pertenecientes a los bloques que colisionaron desde el Paleoceno.

En la Figura 2 se han representado los cortes sísmicos de velocidades (R.G. Martín y R.T. Buffer, 1984; Sheridan y Croshy, 1981) de la cuenca del Golfo (15-12-N-S) y del banco carbonático (5-3, 8.92). Las velocidades en un rango mayor de 4 hasta 6 km/s se correlacionan con las secuencias del Cretácico-Jurásico Superior, entre 6 y 8 km/s con el basamento de tipo intermedio o de transición, y los valores de 8 km/s o mayores marcan la superficie de Moho. Se puede

apreciar la diferencia de espesores para la secuencia Jurásico Superior-Cretácico en ambas estructuras.

La zona comprendida en el cuadrilátero Tarará-Boca de Jaruco-Jaruco-Campo Florido constituyó, durante los últimos años, el polígono de prácticas de campo de los estudiantes de la especialidad de Geofísica del Instituto Superior Politécnico "José A. Echeverría". Esta circunstancia permitió hacer un estudio detallado y reiterado de la estratigrafía y tectónica del área. La región Tarará-Boca de Jaruco constituye un buen ejemplo para caracterizar las complejas condiciones tectónicas, en las cuales se desenvuelven los trabajos de prospección para hidrocarburos en la costa norte del archipiélago cubano.

Estratigrafía

Las Figuras 3 y 4 muestran los mapas geológicos del territorio, cartografiado a escala 1:50 000, donde se aprecian las relaciones de los diferentes complejos rocosos, tal como aparecen en la superficie.

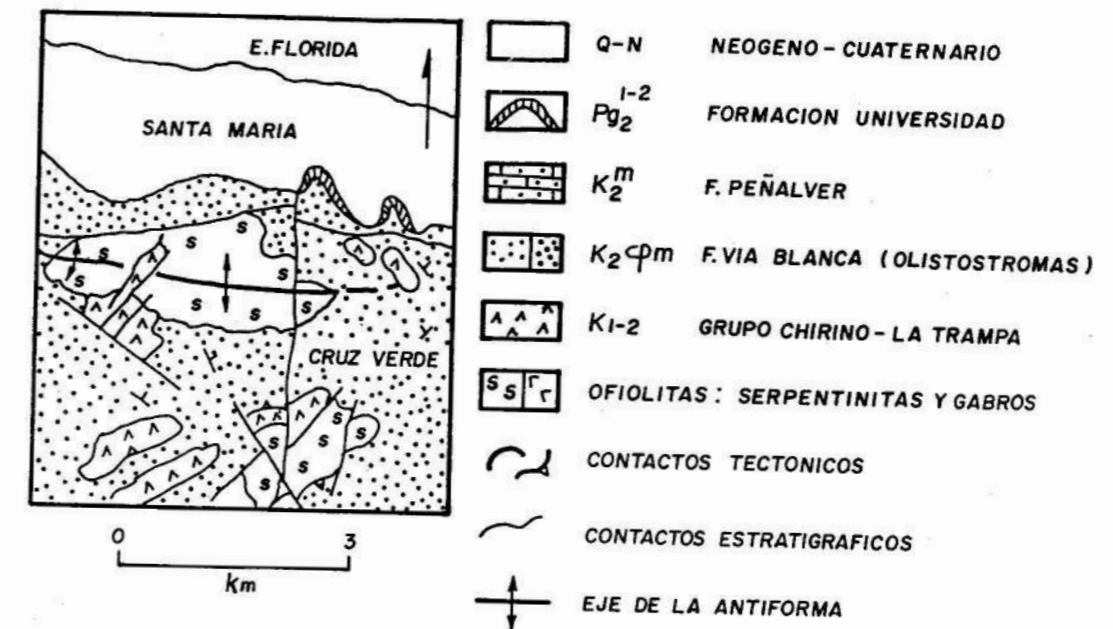


FIGURA 3. Mapa geológico de la zona Santa María-Cruz Verde.

La formación molásica areno-arcillosa Vía Blanca, representa el medio encajante regional de los complejos precampanianos: ofiolitas y vulcano-sedimentarios. Estos últimos, a su vez, aparecen entremezclados en forma de escamas, cuñas y mantos tectónicos. Todo el conjunto es en esencia una gran melange, donde los complejos prepaleocénicos arrancados de sus raíces, constituyen una masa de aspecto caótico en la que se hace difícil seguir, de un punto a otro próximo, y con alguna regularidad espacial en sus elementos de yacencia.

Las unidades estratigráficas mapeables en superficie son las siguientes:

Fms. Santa Fe y Vedado Conglomerados costeros y areniscas del Cuaternario.
Fm. Guines Calizas organógenas del Mioceno Superior.

Fm. Cojímar Margas y calizas del Mioceno Superior.
Fm. Universidad Margas del Eoceno Inferior y Medio.
Fm. Peñalver Calcarenitas y calizas arenosas del Maestrichtiano.
Fm. Vía Blanca Molasa areno-arcillosa carbonatada del Campaniano Maestrichtiano.
Grupo Chirino-La Trampa Lavas y tobas de composición básica e intermedia, tuffitas, calizas, areniscas, lutitas del Aptiano-Turoniano.

En la Figura 5 se pueden observar las relaciones estratigráficas y tectónicas en profundidad, de las diferentes formaciones y complejos rocosos. El perfil corresponde a una línea oeste-este entre Tarará y Boca de Jaruco que une los pozos de perforación

Santa María 235, Guanabo 19 y Boca de Jaruco 3 y 35. Es de destacar la presencia del complejo de cuenca

posterior del arco (V) que está sobrecorrida tectónicamente por los demás complejos.

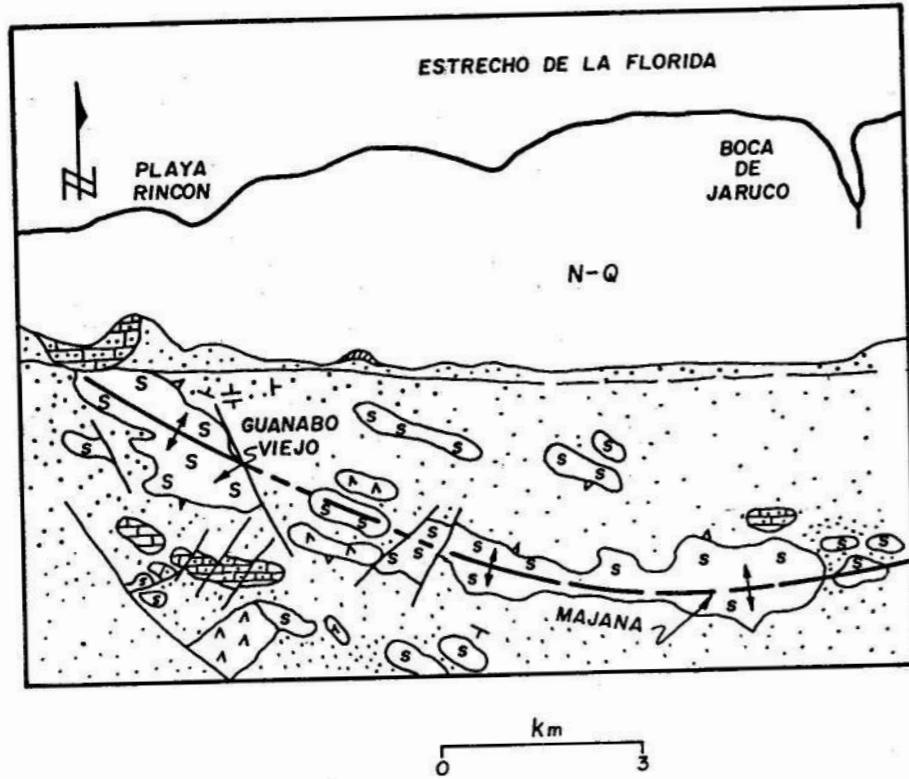


FIGURA 4. Mapa geológico de la zona Guanabo Viejo-Majana.

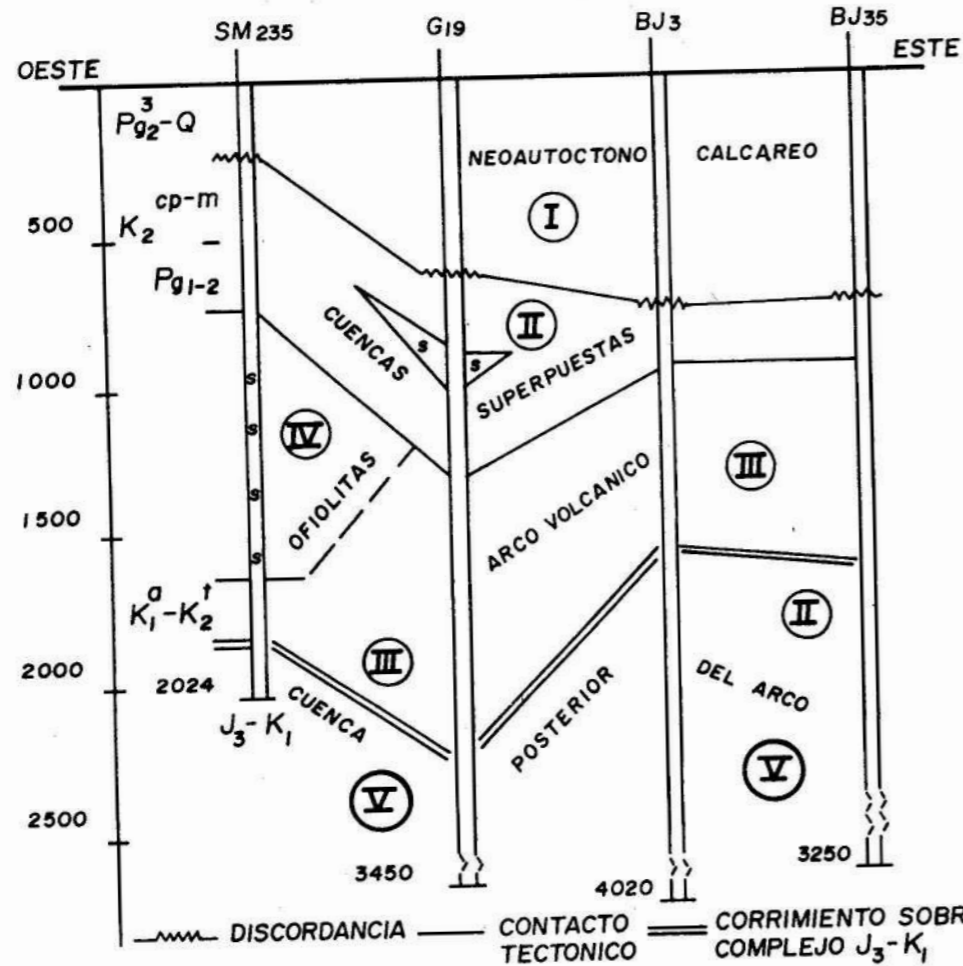


FIGURA 5. Corte geológico Santa María-Boca de Jaruco. (Los números romanos se explican en la Figura 7)

Sobre la base de la información de superficies y perforaciones, y en correspondencia con las zonas estructurofaciales descritas para los bloques de Cuba y

el borde continental de La Florida, se puede proponer el siguiente esquema para el territorio de la costa norte de La Habana (Tabla 1).

TABLA 1.

Zona Estructuro-Facial (*)	Edad	Formaciones y observaciones
I. Neoaútctono calcáreo	Cuaternario-Neógeno	Santa Fe, Vedado, Güines, Cojimar
II. Cuencas superpuestas	Eoceno Medio-Campaniano	Universidad, Peñalver, Vía Blanca
III. Arco volcánico	Aptiano-Turoniano	G. Chirino, Trampa
IV. Complejo ofiolítico	?	Emplazado en el Maestrichtiano-Paleoceno. Removilizado en el Eoceno Inferior. Serpentinitas y gabros
V. Cuenca posterior del arco	Jurásico Superior-Turoniano	Calizas pelitomórficas de color oscuro, pelágicas, con facies transitorias a shelf profundo. Fauna de tintinidos y otros microfósiles típicos del Jurásico Superior-Cretácico Inferior. Ammonites (**), intercalación de esquistos arcillosos, silicitas y areniscas aleulolitas. Son rocas madres productoras de hidrocarburos. Se correlacionan con la secuencia Placetas (Jurásico Superior-Cretácico Inferior de Cuba central y con Artemisa, Polier, Jagua, Martín Mesa en Pinar del Río y occidente de La Habana). No aflora entre Tarará y Boca de Jaruco, pero son cortadas por los pozos de perforación
VI. Banco carbonatado-salífero de La Florida		Calizas, dolomitas y anhidritas. Grupo Remedios. No aflora ni ha sido perforado entre Tarará y Boca de Jaruco. Los pozos al este, desde Puerto Escondido, cortan estas secuencias

Nota:

(*) En lo adelante se identifican con números romanos los diferentes complejos estructuro-faciales.

(**) En el núcleo S1 del pozo Boca de Jaruco (BJ) 3 se identificó el género Haploceras sp.

Tectónica

Los movimientos laramídeos del Paleoceno-Eoceno Inferior-Medio se expresaron con una marcada intensidad en toda la zona norte del archipiélago cubano, este fue el efecto de la colisión entre el segmento de corteza del bloque Cuba contra el borde continental estable de Florida-Bahamas (Figuras 1 y 2). Las formaciones de uno y otro bloque se han entremezclado y sobrecorrido tectónicamente. Tal cuadro se aprecia claramente en los cortes de pozos profundos (ver Figuras 5 y 7).

A.A. Mossakovski (1979) describió en un corte desde Santa María hasta Cruz Verde (Figura 3) una antifirma serpentinitica que denominó Cruz Verde.

La misma se trata de un levantamiento del piso del complejo terrígeno-calcáreo (V). Esta zona fue productora de hidrocarburos pesados a partir de pequeñas acumulaciones.

Más al este, y cercano al poblado de Guanabo Viejo (Figura 4), aflora un cuerpo de serpentinita que, sin dudas, continúa al de Cruz Verde y donde a través de ellos pasa el eje de la antifirma. El cuerpo serpentinitico de Lomas de Majana, al sur de Boca de Jaruco, es a su vez prolongación de los anteriores y constituye también una antifirma. El flanco norte de esta antifirma es cortada por los pozos profundos de la costa que se encuentra entre Santa María y Boca de Jaruco (R. Segura, 1970) ver Figuras 6 y 7.

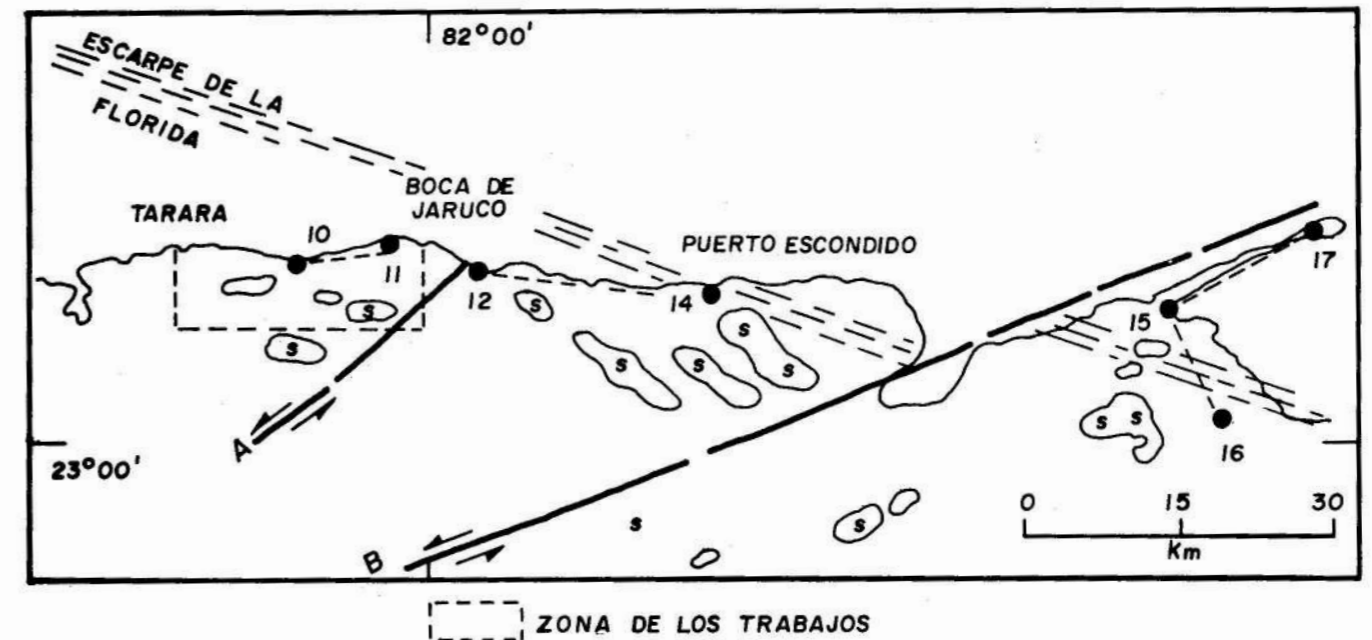


FIGURA 6. Bloque Tarará-Boca de Jaruco, Santa Cruz-Puerto Escondido y Cárdenas-Varadero. (Las fallas de rumbo izquierdas A y B limitan los bloques. Se han representado los afloramientos de serpentinita -letras S-).

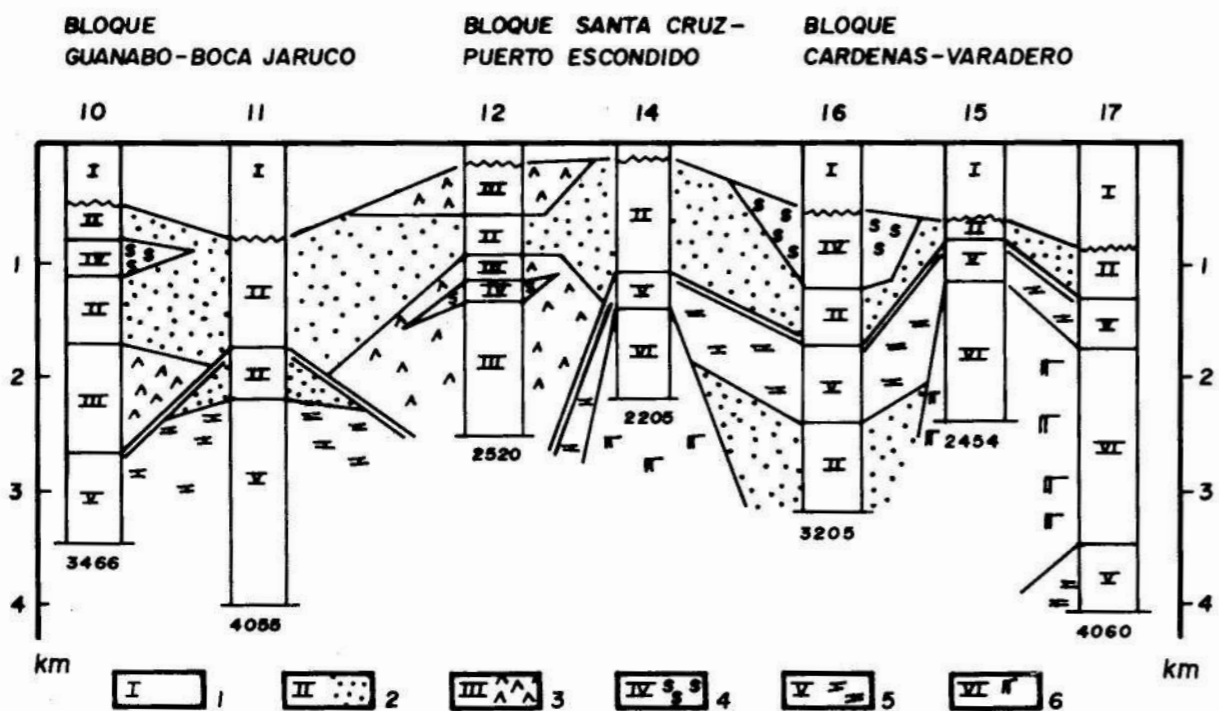


FIGURA 7. Cortes típicos de la costa norte de Habana-Matanzas: I-neoautóctono calcáreo (Neógeno-Cuaternario); II-cuencas superpuestas (Campaniano-Eoceno Medio); III- Arco volcánico (Aptiano-Turoniano); IV-complejo ofiolítico; V-cuenca posterior del arco (Jurásico Superior-Turoniano); VI-banco carbonatado evaporítico de La Florida (Jurásico Superior-Paleoceno).

La Figura 8 representa el esquema estructural de la zona Boca de Jaruco-Jaruco. El elemento más interesante consiste en la presencia del levantamiento con rumbo sublatitudinal. Los empujes verticales jóvenes (Neógeno-Pleistoceno) causaron cierto bascu-

amiento de las secuencias calcáreas neoautóctonas (I) en sus flancos sur y norte. El eje de empuje está determinado en superficie por la cadena de cuerpos de serpentinitas Cruz Verde-Majana.

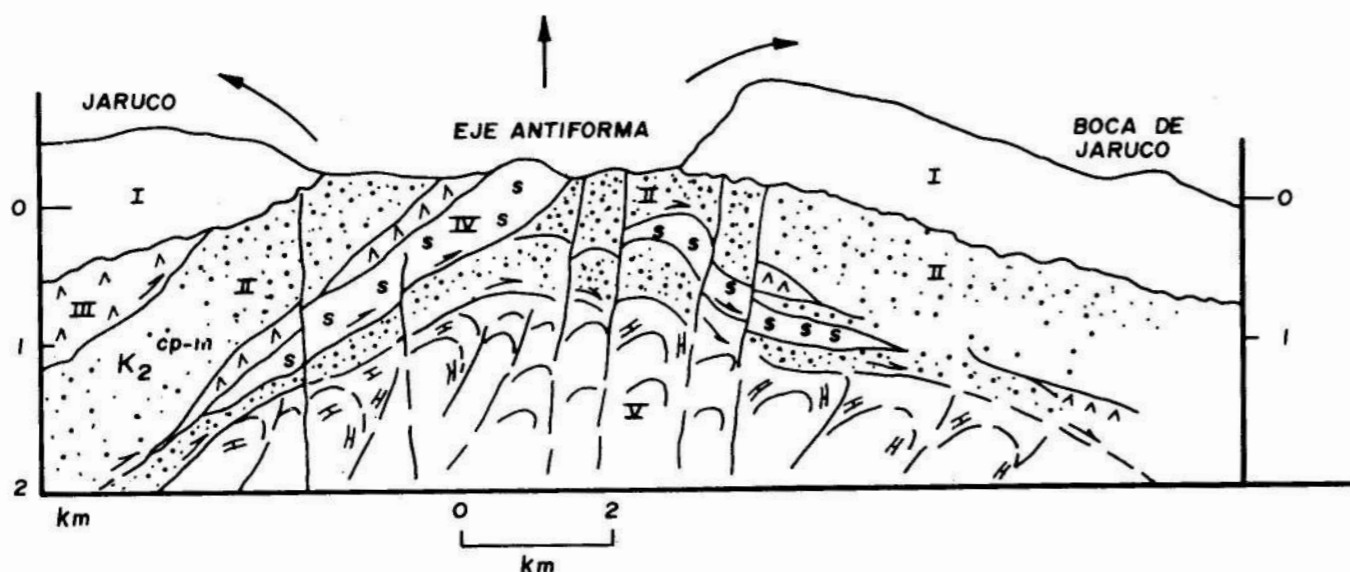


FIGURA 8. Corte estructural Jaruco-Boca de Jaruco.

Si se comparan los bloques Guanabo-Boca de Jaruco, Santa Cruz-Puerto Escondido y Cárdenas-Varadero, se puede apreciar que el bloque Cárdenas-Varadero está sobreempujado directamente sobre las formaciones del banco carbonatado de la Florida, tal como lo indica la presencia de la secuencia del grupo Remedios en los pozos profundos 15 y 27. El bloque Boca de Jaruco se encuentra en una posición más ale-

jada del banco carbonático, y el de Santa Cruz-Puerto Escondido en una posición intermedia. El bloque Cárdenas-Varadero tiene muy buenas perspectivas gasopetrolíferas y es una de las zonas de mayor extracción de hidrocarburos actualmente. Si consideramos la presencia del escarpe de la Florida como factor favorable en la ocurrencia de depósitos de hidrocarburos en Varadero, en el caso del bloque Tarará-Boca de Jaruco

es obligado también valorar con interés la zona marítima al norte.

CONCLUSIONES

Las perspectivas gasopetrolíferas en la zona Tarará-Boca de Jaruco-Jaruco-Campo Florido han sido definidas sólo para la franja costera, sin embargo, no es posible desechar las posibilidades de localizar depósitos de petróleo y gas en el borde sur del complejo neoautóctono (I), en la zona de afloramiento del complejo alóctono, donde el complejo (V) yace en profundidad.

La antiforma Cruz Verde se extiende desde el este-sudeste hasta Lomas de Majana, esto se confirma por la presencia en superficie de una cadena de cuerpos serpentiniticos que son cortados por pozos profundos en la costa. Es posible pronosticar lo siguiente:

- la antiforma Guanabo Viejo-Majana debe tener similares perspectivas gasopetrolíferas que su homólogo Cruz Verde con relación a la presencia de depósitos en profundidades pequeñas dentro de los complejos II, III y IV;
- la antiforma representa un levantamiento del techo del complejo V cuyas perspectivas son mejores;
- la presencia del borde del banco carbonático-salífero de La Florida a una distancia media no mayor de 15 km al norte de la costa Tarará-Boca de Jaruco, brinda perspectivas muy interesantes para ese espacio marítimo.

Los colectores más prometedores se localizan en el complejo terrígeno-calcáreo (V) del Jurásico Superior-Cretácico Inferior.

BIBLIOGRAFIA

- ALBEAR, J. F. y otros: "Contribución a la geología de las provincias La Habana y Ciudad de La Habana", IGP, ACC, Ciudad de La Habana, 1985.
- BUFFER, R. T.: "Ocean margin drilling program. Paginal Atlas Series, Atlas # 6, USA, 1981.
- ECHVERRIA, G.: "Producción de petróleo en Cuba y las rocas que lo almacenaron", Rev. *La Minería en Cuba*, no.3, 1976.

- EMERY, K. O.: "Márgenes continentales: clasificación y perspectivas petrolíferas", Rev. *AAPG*, no. 3/64, USA, 1980.
- FURRAZOLA BERMEDEZ, G.: "Nuevo esquema de correlación estratigráfica de las principales formaciones geológicas de Cuba", Rev. *La Minería en Cuba*, vol. 5, 1978.
- GARCIA, R.: "División estratigráfica de cortes encontrados por los pozos paramétricos", Rev. *La minería en Cuba*, no.4, 1976.
- IMLAY, R. W.: *Jurassic paleogeography of the conterminous US in its continental salting*. US Geological Survey, Paper 1062-1980, USA.
- ITURRALDE VINENT, M.: "Las ofiolitas de Cuba", Rev. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, no.17, 1990.
- KONIUJOV, A. I.: *Formaciones sedimentarias en zonas de frontera de continentes y océanos*, Ed. Nedra, 1987.
- MARTIN, R. G. y R. T. BUFFER: *Perfiles sísmicos Golfo de México*, Inst. Geofísica Texas, 1984.
- MEYERHOFF, A. A. and C. N. HATTEN: "Bahamas sahent of north America tectonic framework stratigraphy and petroleum potential", *AAPG*, vol.58/6, 1974.
- MOLINA GARZA, R. S.: "Paleomagnetismo en el macizo de Chiapas, sur de México y evidencias de rotación del bloque Maya", *Geol. Soc. of America B*, vol. 104/9, 1992.
- MOSSAKOVSKY, A. A. y J. F. ALBEAR: "Estructura de cabalgamiento de Cuba occidental y norte e historia de su formación a la luz del estudio de los olistostromas y las molasas", Rev. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, ACC, 1979.
- PINDELL, J. L. and S. F. BARRET: "Geological evolution of the Caribbean regional a plate tectonic perspective", *Geological Soc. of America B*, 1990.
- SEGURA, R.: "El complejo vulcano-sedimentario y la intrusión ultrabásica en el yacimiento petrolífero Guanabo", Rev. *Tecnológica*, no. 3, 1970.
- SHERIDAN, R. F. and J. T. CROSBY: "Stratigraphy and estructura of southern Blake Plateau, northern Florida Straits and Northern Bahamas Platform from multichannel seismic", *AAPG*, no. 65/12, 1981.
- VALLADARES, S.: "Metodología para la evaluación de los colectores y las propiedades de las rocas pertenecientes al complejo alóctono eugeosinclinal", Trabajo de Grado Científico, Centro de Información ISPJAE, Ciudad de La Habana, 1986.
- VINIEGRA, F.: "Age and evolution of salt basins of South eastern México", *AAPG*, vol. 55/3, 1991.
- WILSON, H. H.: "Cretaceous sedimentation orogeny in nuclear Central America", *AAPG*, vol. 50/7, 1974.
- WISTON, G. O.: "Oil occurrence and lower Cretaceous carbonate serpentinites cyclothems in South Florida", *AAPG*, vol. 56/1, 1972.

