

ESTRUCTURA Y PERSPECTIVAS PETROLERAS DEL CINTURON SOBRECORRIDO DEL NORTE DE CUBA.

Autores: Dr. Rafael Socorro Trujillo*, Ing. Sofía López Acosta*, Ing. América Sorá Monroy*, Dr. Jorge Sánchez Arango**, Ing. José L. Prol Betancourt*. DIGICUPET. Empresa de Geofísica*. 23 # 105 e/ O y P, Vedado, C. de La Habana. Centro de Investigaciones del Petróleo**. Calle Washington # 169. Esq. Churruca. Cerro. Ciudad de La Habana.

RESUMEN

En el plano regional el archipiélago cubano es un orógeno que comenzó su desarrollo a partir del Cretácico Superior Campaniense a consecuencia de la colisión de la placa Caribe con el margen continental de Yucatán primeramente, dando lugar a la aparición del dominio Pinar del Río y posteriormente con el margen norteamericano, formándose el dominio Las Villas. En este evento se ven envueltos, al menos, dos arcos volcánicos con su corteza: uno Cretácico (Zaza) y otro Paleógeno (Turquino). Exponentes de ambos arcos y márgenes afloran en Cuba. Las rocas de los arcos volcánicos afloran en el sector meridional, mientras las del margen continental en el septentrional, donde forman un cinturón sobrecorrido y en él se encuentran los principales yacimientos de petróleo del país.

A través del estudio de numerosas secciones sísmicas, de los campos potenciales, de la cartografía geológica y del corte geológico de diferentes pozos profundos, perforados en los sectores occidental y central del país, se ha podido estudiar la estructura geológica del cinturón sobrecorrido cubano, observándose algunas regularidades en su desarrollo:

- La formación de estructuras dúplex con configuración triangular (zonas de triángulo).
- Sinclinales (cuencas) frontales a la principal zona apilada con un carácter dinámico paraautóctono.
- Formación de pliegues anticlinales de rampa debido a la acción del retrocabalgamiento, afectando a los sedimentos redepositados en los sinclinales.

La formación de las estructuras descritas corresponde al período orogénico cubano (Cretácico-Terciario). Posterior a éste sobre Cuba actúa la transcurrancia, la cual tiene lugar hasta el Reciente. Este último evento tectónico rediseña las estructuras anteriores debido a los esfuerzos de compresión y extensión, no llegando a desfigurar el cuadro de la colisión Cretácica-Terciaria, lo cual es analizado en el presente trabajo. Además de la detección y ubicación de las áreas que contienen estas estructuras como más perspectivas para la exploración petrolera, habida cuenta de la existencia de otros factores que intervienen en la evaluación de cualquier escenario petrolero, tanto comprobado como hipotético, se proponen los objetivos inmediatos para la exploración petrolera en Cuba.

INTRODUCCION

Desde el pasado siglo, en 1887, cuando McConell R. G. estudió y reconoció la importancia que poseían las fallas de cabalgamiento en las Rocosas de Canadá, el problema del estudio de la geología, la cinemática y la arquitectura de los cinturones cabalgados y plegados ha sido objetivo permanente de los geólogos petroleros, sobre todo por aquellos que desarrollan la exploración en estas áreas.

En los estudios sobre los piedemontes de las Rocosas de Canadá en 1949 Link T. A., por primera vez reconoció aspectos de la geometría de lo que se llamó más tardíamente "zona de triángulo". Algo semejante realizó Fox F. G. en 1959.

En 1971 Jones P. referente a los trabajos de Scott (1951) y Douglas (1950, 1958) sobre los estados de deformación del cinturón rocoso del este de Canadá, demuestra que el proceso de deformación ocurre del interior del país hacia el antepaís progresivamente.

La aparición de suficiente información sísmica (Bally et al 1966) y secciones estructurales balanceadas (Dalhstrom 1969, 1970) suministran una herramienta efectiva para la interpretación de la estructura geológica de las Rocosas de Canadá y de Estados Unidos, donde se han estudiado con profundidad las zonas de triángulo.

No es hasta el año 1977 que Gordy y colaboradores denominaron a esta zona, "zona de triángulo" debido a los buzamientos opuestos en su borde superior y a que el cateto opuesto a este ángulo es prácticamente horizontal.

Inicialmente se pensó que la estructura debía ser uniforme. Con el decursar de los estudios se ha observado que cada estructura posee características generales comunes (buzamiento en triángulo y desarrollo en su frente de un sinclinal) pero no así sus particularidades y con un modelo simple no se podía abarcar el amplio rango de características que se presentaban.

El presente trabajo está dirigido a esclarecer la estructura geológica del cinturón sobrecorrido norte de Cuba a través de los conceptos de zonas de triángulo y desarrollo de las cuencas de antepaís.

AMBIENTE GEOLOGICO REGIONAL

El archipiélago cubano es un orógeno que comenzó su desarrollo a partir del Cretácico Superior Campaniense a consecuencia del choque de la placa Caribe con el margen continental de Yucatán

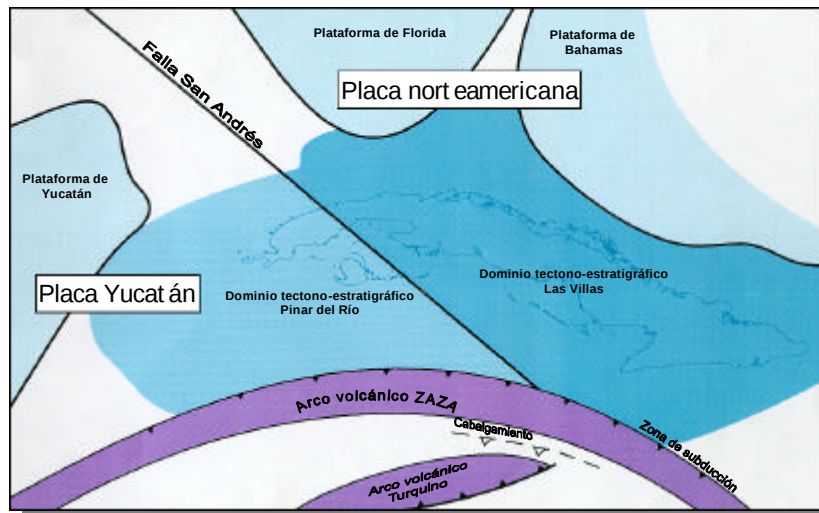


Fig. 1: Ubicación esquemática de los dominios de Pinar del Río y Las Villas antes de la colisión Cretácica (Tenreyro R, 1996). La falla San Andrés divide ambos dominios de acuerdo a la sección geológica descubierta por los pozos.

primeramente, participando las rocas del dominio Pinar del Río y posteriormente con el margen norteamericano, teniendo lugar el dominio Las Villas. (Fig. 1). En este evento se ven envueltos, al menos, dos arcos volcánicos con su corteza: uno Cretácico (Zaza) y otro Paleógeno (Turquino). Exponentes de ambos arcos y márgenes afloran en Cuba. Las rocas de los arcos volcánicos afloran en el sector meridional, mientras las carbonatadas del margen continental en el septentrional, donde forman el cinturón sobrecorrido. Aquí se encuentran los principales afloramientos y yacimientos de petróleo del país y relacionados éstos con el dominio Las Villas. Las rocas que componen este dominio de Las Villas (Fig.2) son las unidades

tectonoestratigráficas de:

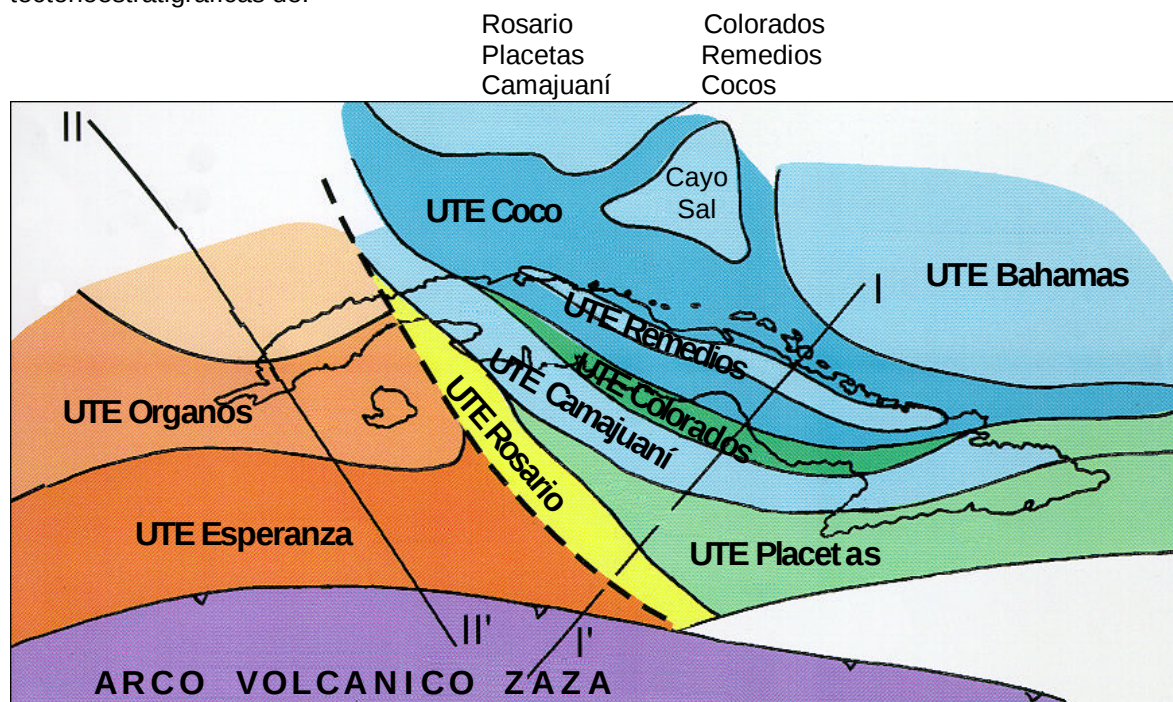


Fig. 2: Localización de las diferentes unidades tectonoestratigráficas de ambos dominios en la precolisión Cretácica. El arco volcánico Zaza buza hacia el sur, provocando la colisión frontal a partir del Cretácico Medio. (Tenreyro R, 1996).

En la región occidental de Cuba, en las provincias de La Habana y Matanzas, las rocas de estas unidades bien afloran o han sido descubiertas por los pozos profundos. (Fig. 3)

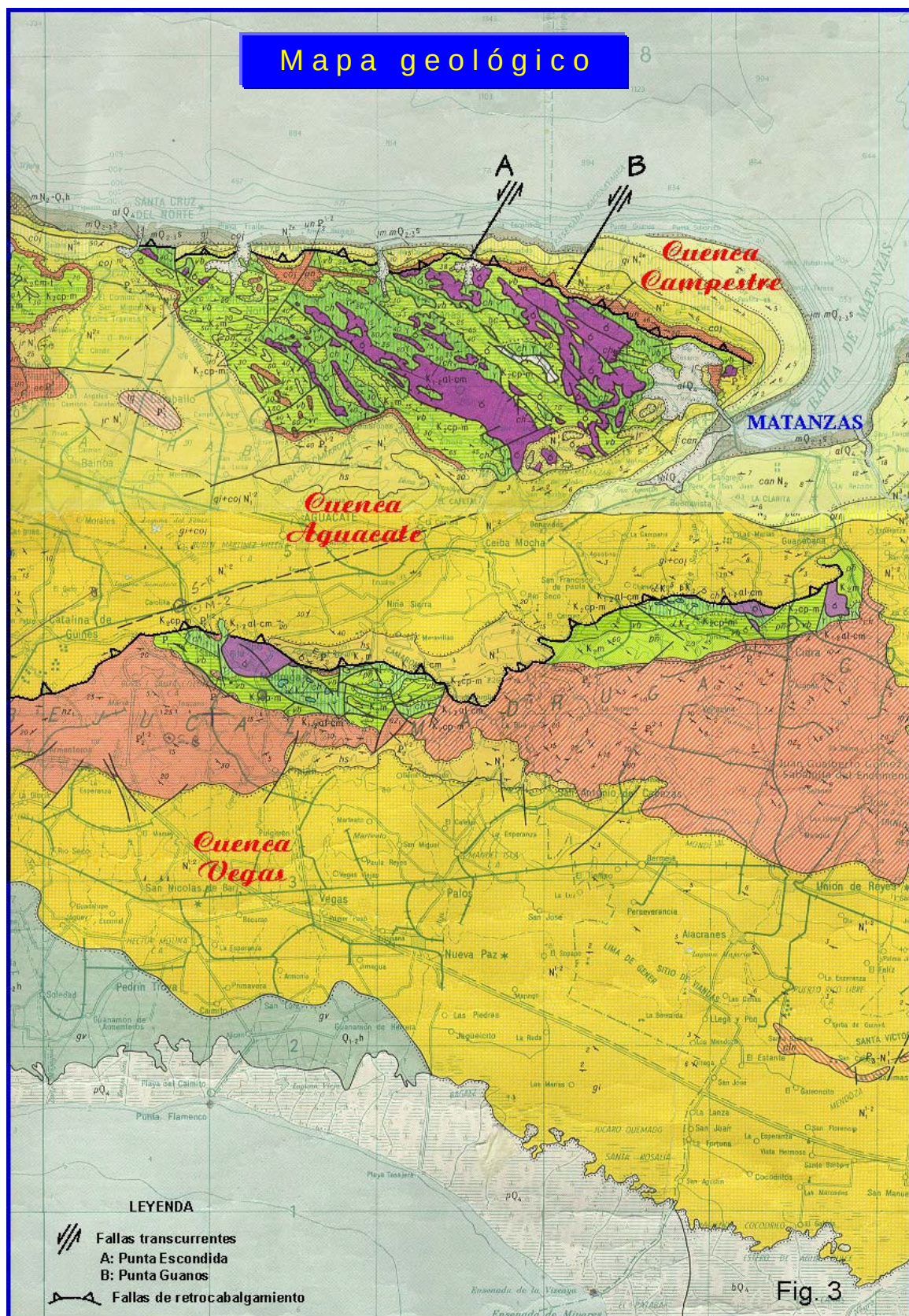


Fig. 3: Mapa geológico de las provincias de La Habana y Matanzas mostrando los límites de las cuencas de antepaís a partir del Cretácico Medio (Socorro R et al, 1998). Tomado del Mapa Geológico de Cuba a escala 1:250000. IGP.ACC.1985.

CARACTERISTICAS DE LOS CAMPOS POTENCIALES

En el cuadro regional el campo gravitacional y magnético se distribuye conformando grandes anomalías.

- El mínimo gravitacional norte cubano (A) que se extiende tanto en tierra como en el mar (Fig. 4).
- El mínimo magnético norte (A_M) que abarca los mares profundos aledaños a la costa (Fig. 5)

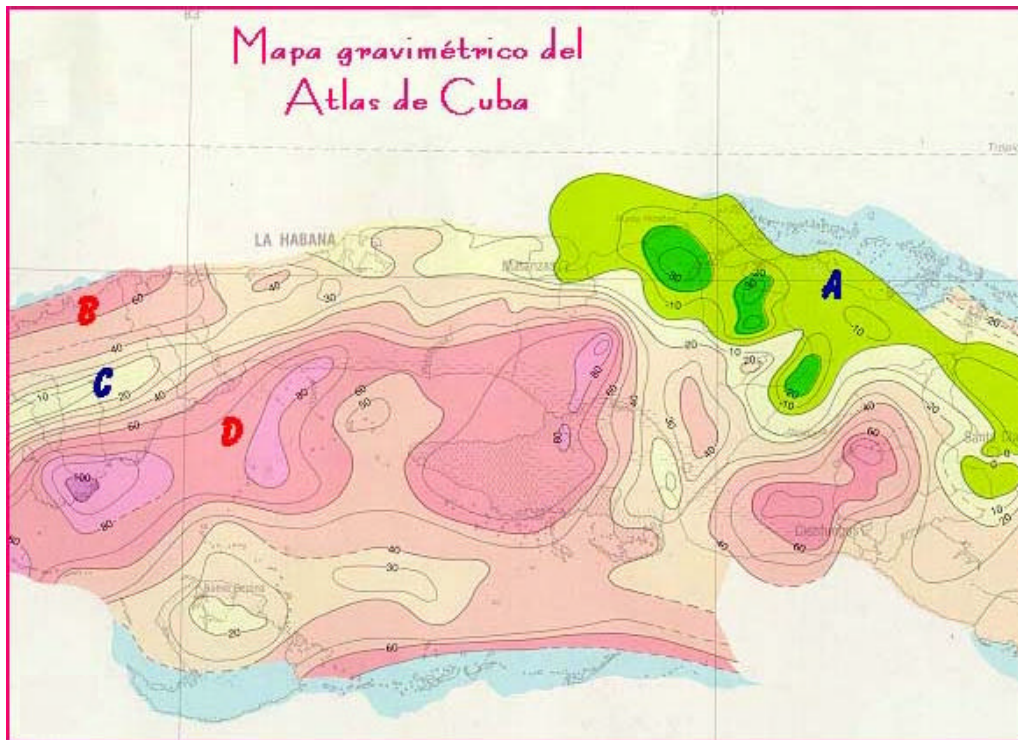


Fig. 4: Mapa gravimétrico del Atlas de Cuba



Fig. 5: Mapa magnetométrico de Cuba

Los yacimientos actuales de Cuba coinciden con ambos mínimos regionales.

El estudio de éstos campos demuestra que existe una coincidencia de los mínimos regionales gravitacionales y magnéticos en todo el cinturón norte cubano (Fig. 6, 7, 8 y 9), lo que es posible explicar por la presencia de potentes espesores de rocas sedimentarias y por la total (o prácticamente total) ausencia de cuerpos de rocas volcánicas y/o ofiolitas, demostrada por la perforación. Estos mínimos están relacionados con las cuencas de antepaís

En los mapas de gravedad transformados (Fig. 6), se han podido detectar anomalías positivas locales, llamadas de 2^{do} orden que poseen pequeña intensidad (no mayor de 2,5 mGal). Estos pequeños máximos dentro del campo gravitacional mínimo, pueden ser asociados a pliegues hundidos de las zonas de triángulo.

Como criterio importante para la exploración petrolera en Cuba, se utiliza el de la búsqueda de esta conjugación de anomalías en los campos potenciales como ocurre en los yacimientos de Varadero y Cantel.

Los máximos gravitacionales y magnéticos intensos que se detectan en los campos regionales, se asocian a las zonas con potentes espesores de rocas volcánicas y/o ofiolitas, las que están presentes hacia el sur del cinturón plegado cubano y no constituyen objetivos para la exploración petrolera (Fig. 4 y 5).

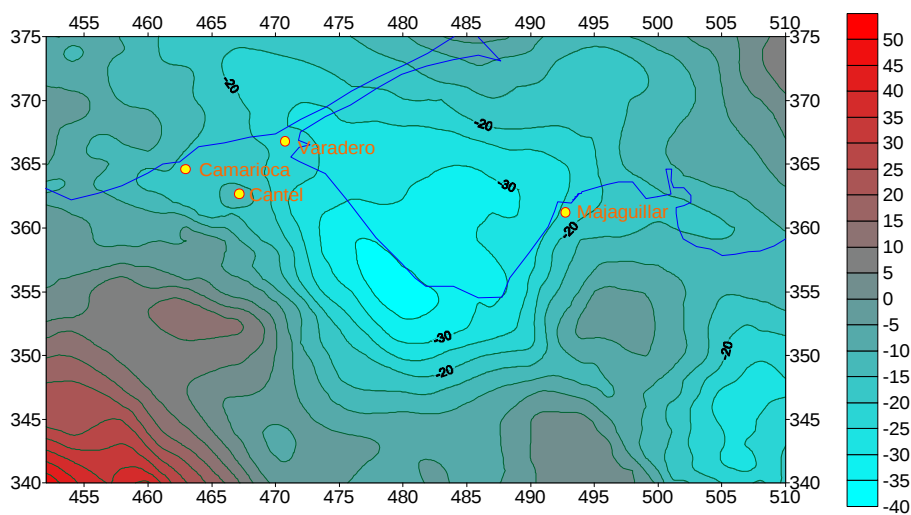


Fig. 6: Mapa en reducción Bouguer de la región Varadero-Cárdenas (Prol J et al, 1998)

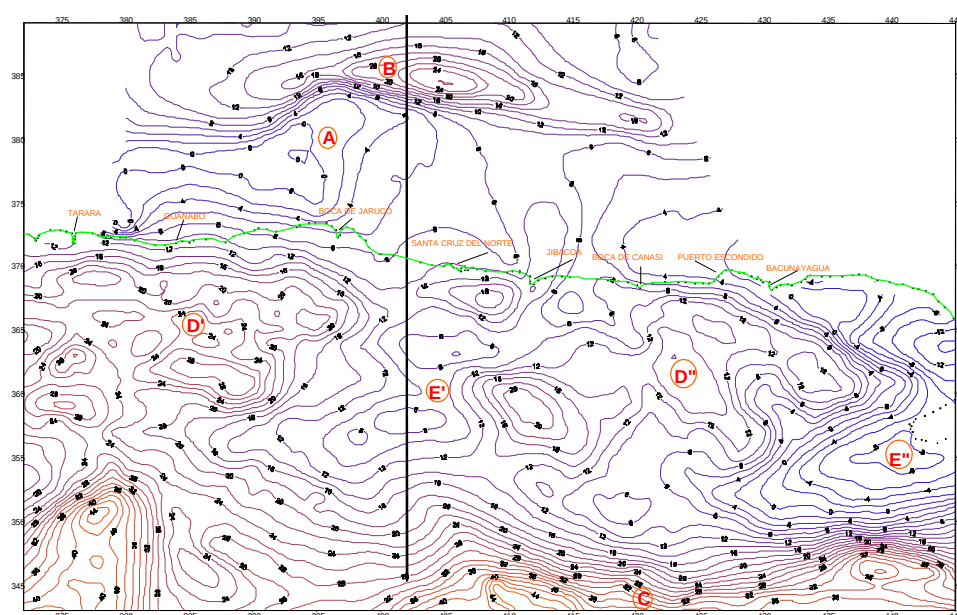


Fig. 7: Mapa en reducción Bouguer de la región Puerto Escondido-Boca de Jaruco (Prol J et al, 1998)

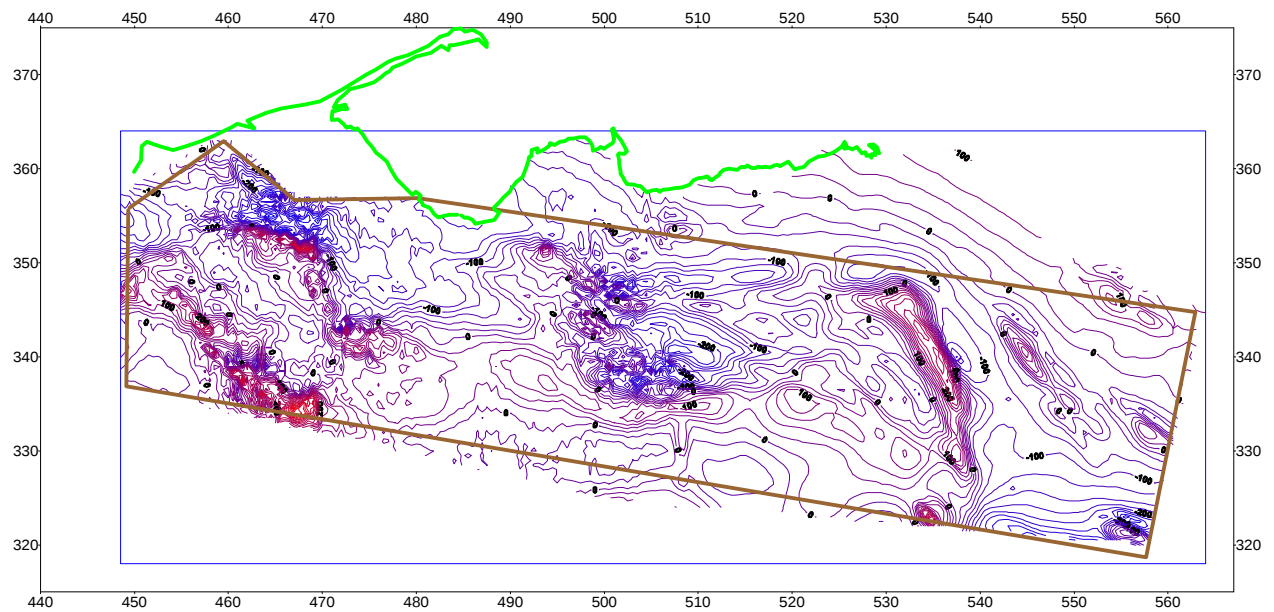


Fig. 8: Mapa del campo magnético ΔT de la región Varadero-Cárdenas (Prol J et al, 1998)

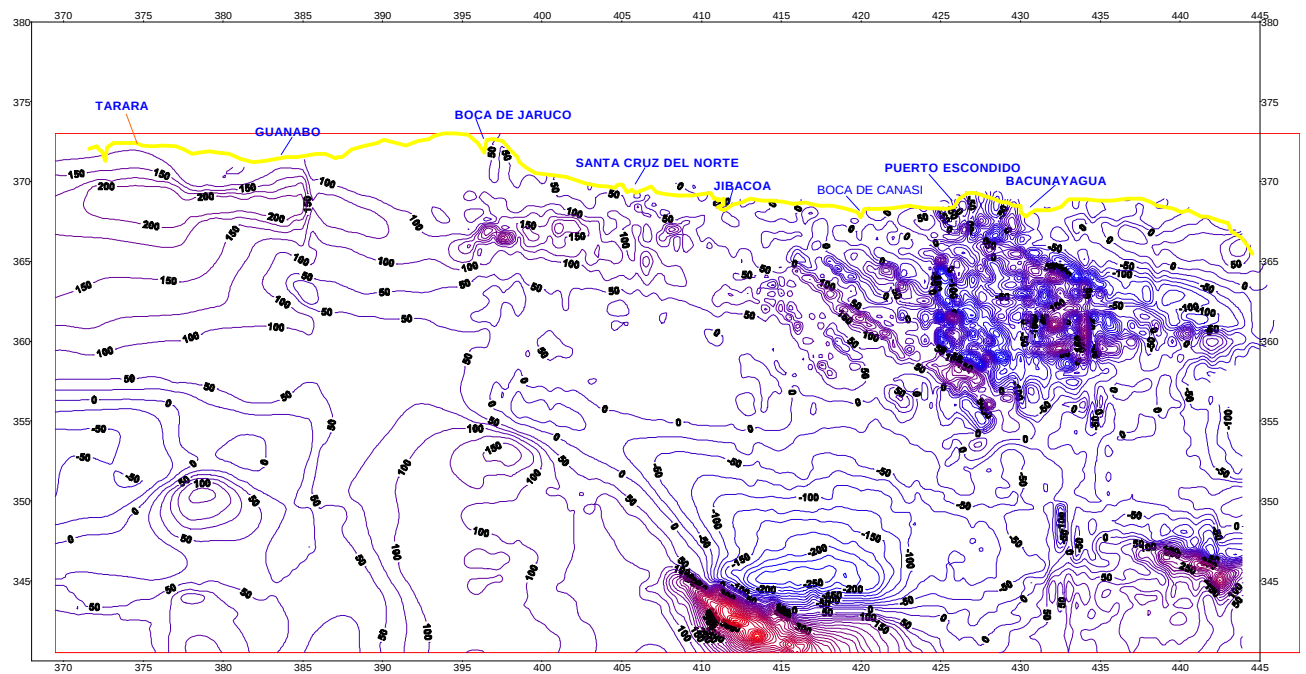


Fig. 9: Mapa del campo magnético ΔT de la región Boca de Jaruco-Puerto Escondido (Prol J et al, 1998)

INTERPRETACION SISMICA

La interpretación de las secciones sísmicas, sobre todo las perpendiculares o semiperpendiculares al rumbo y su calibración con pozos, (Fig.10) evidencia la existencia de dos campos de ondas diferentes, uno con horizontes sísmicos de frecuencias y amplitudes medias, que se interrumpen en cortas distancias y su disposición, generalmente es con diferentes ángulos semejando al desarrollo de pliegues cabalgados o escamados y otro completamente diferente, muy semejante a un área de deposición de margen, con horizontes sísmicos alargados y bien expresados dinámicamente, los que en ocasiones se muestran e identifican como discordancias, utilizando criterios sismo-estratigráficos con la presencia de "onlap", "top lap", "down lap", etc. Estos criterios también se aplicaron en el estudio de los elementos regionales dentro de los sinclinales (cuencas).

En el contacto de estos dos cuadros de ondas, se observa una deformación de los horizontes sísmicos semejante a un plegamiento.

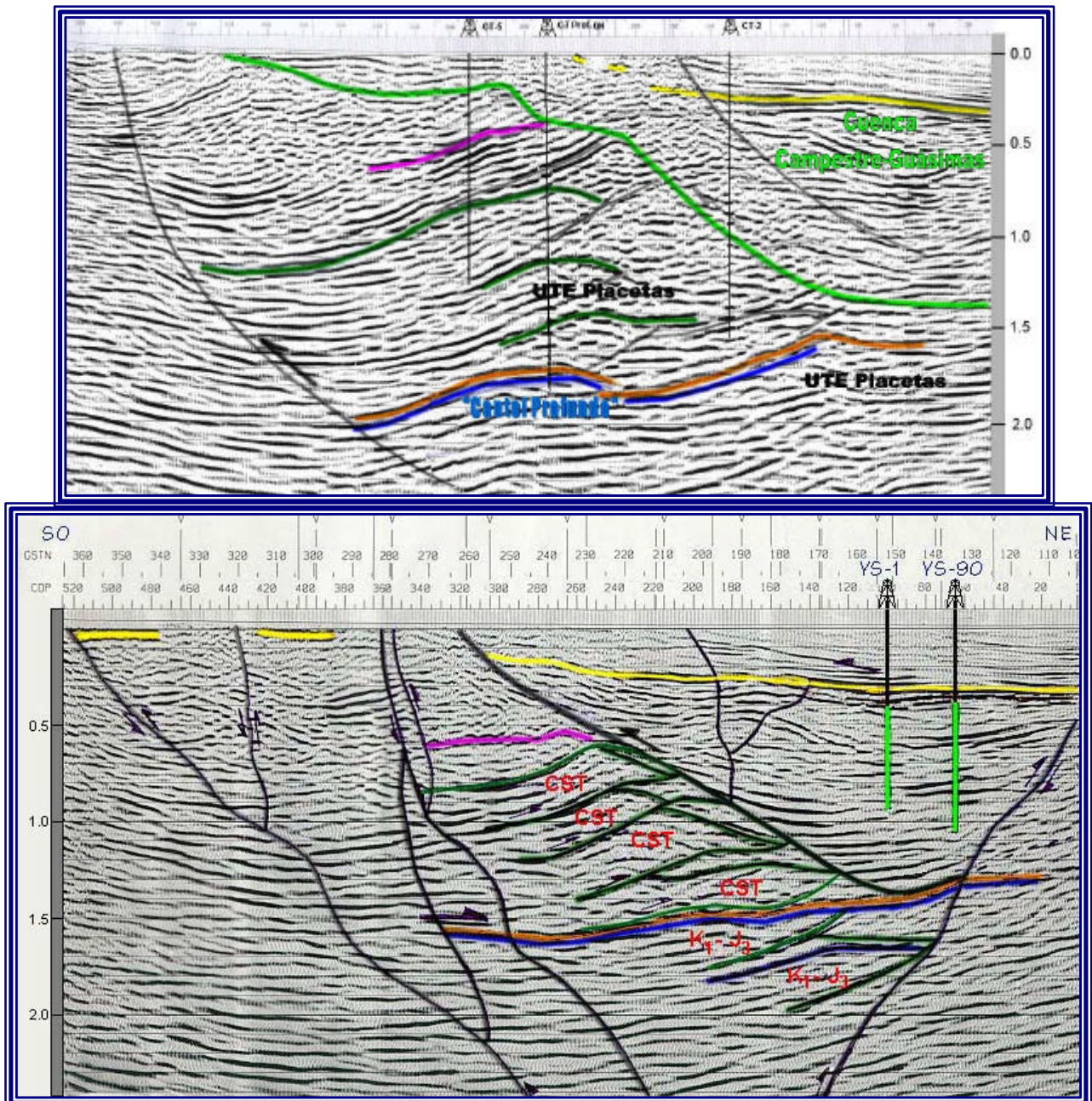


Fig. 10: Secciones sísmicas, perpendiculares al rumbo, en la región de Varadero-Cárdenas en costa adentro. La interpretación fue realizada por los autores.

Dentro del cuadro semejante a una deposición de margen se observa una estructuración con dirección contraria a la de la compresión principal. Esto está probablemente asociado a la acción del retrocabalgamiento, derivado del despegue superior. La sección esquemática palinspástica ilustra como se ejerce este mecanismo (Fig.11).



Fig. 11 Sección esquemática palinspástica condensada, correspondiente a la región Puerto Escondido-Boca de Jaruco (Socorro R et al, 1997).

Los criterios seguidos para la identificación de los principales eventos dislocativos (fallas o zonas de ruptura) y durante el estudio de los elementos geológicos desde el punto de vista estructural fueron:

- Ruptura y desplazamiento de los horizontes guías.
- Cambios evidentes del cuadro ondulatorio desde el punto de vista de los atributos sísmicos principales: amplitud y frecuencia, interpretándose sus fallas de despegue y sus rampas, calibradas por los datos de los pozos o de acuerdo al modelo geológico del área.

TIEMPO DE LA DEFORMACION

En Cuba Occidental y Central el cinturón sobrecorrido cubano, comenzó su desarrollo a partir del Cretácico Campaniense y se extiende hasta el Eoceno Medio. La orogenia no ocurre como un proceso ininterrumpido sino al contrario ella se manifiesta por etapas evidenciado por las edades de los sedimentos sinorogénicos basales de las cuencas de antepaís (Fig. 12).

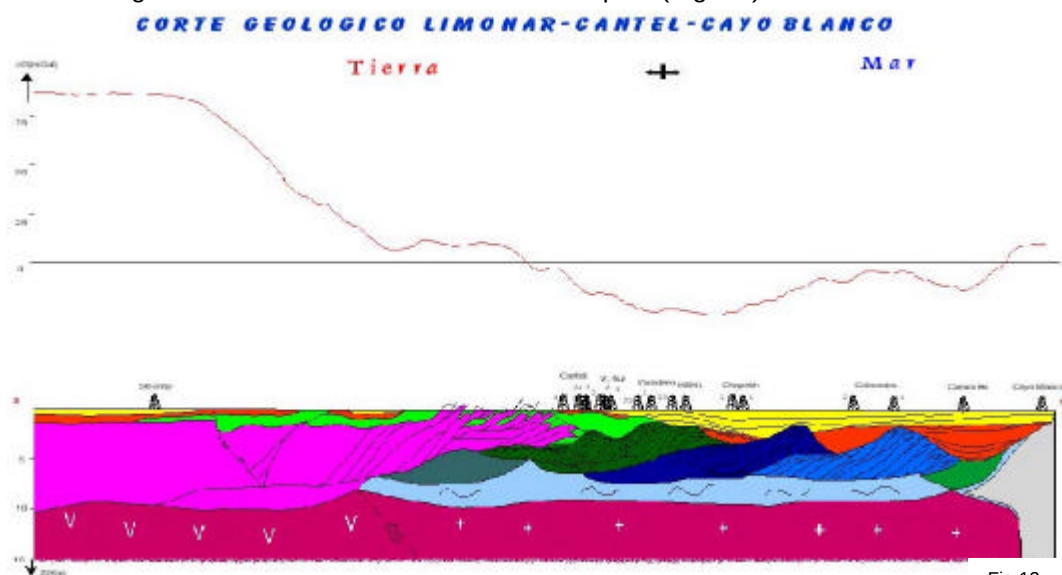


Fig.12

Fig. 12: Sección geológica por una línea a lo largo de la península de Hicacos y áreas costa afuera (Socorro R et al, 1998). Obsérvese que la UTE (TSU) Placetas presenta un despegue regional, que divide el corte de la unidad en Placetas Alto y Placetas Bajo.

- A. La primera etapa comienza en el Campaniense Inferior cuando las rocas carbonatadas del margen (solo el corte superior de la UTE Placetas) y del Terreno Zaza son cabalgadas hasta el Maestrichtiense Inferior. La erosión y deposición posterior (K_2m^2) ocurre en sinclinales frontales a la principal zona apilada. La zona de triángulo está compuesta, tanto por las rocas carbonatadas del margen continental como de las rocas volcánicas y ofiolíticas del Terreno Zaza con sus sedimentos piggy back (Fms. Vía Blanca y Bacunayagua) cuyos clastos redepositados se descubren por la perforación en la cuenca antepaís, tanto de Guásimas como Campestre.
- B. La segunda etapa va desde el Paleoceno Medio y Superior hasta el Eoceno Inferior Temprano y se caracteriza por una deposición en una cuenca antepaís de los sedimentos sinorogénicos de la Fm Vega Alta. Al final ocurre un fuerte evento compresivo logrando que las rocas, de la sección geológica inferior de la unidad de Placetas y la unidad de Camajuaní, cabalguen imbricándose los pliegues formando una estructura apilada anticlinal, dorsal a la cuenca de antepaís Cárdenas. Las estructuras anteriores de K_2 son cabalgadas tipo "A cuesta" y los corrimientos que ocurren son del tipo "ciego".
- C. La tercera etapa comienza en el Eoceno Inferior Tardío hasta el Eoceno Medio, cuando los sedimentos de la unidad de Camajuaní y Colorados son cabalgados y apilados, concluyendo con la formación de dos cuencas frontales cuyos sedimentos basales están representados por la Fm Sagua.

En el Oligoceno y en el Mioceno Inferior en la región occidental y central de Cuba continuó la formación de montañas, ya no por la colisión frontal (el sector de compresión perpendicular al rumbo estructural) sino por una tectónica de transcurrencia y rediseña los pliegues anticlinales de rampa en pliegues "en escalón".

La inter-relación geológica que se observa en la actualidad en la región Habana-Matanzas es a partir del mecanismo que se produjo por el efecto de dos grandes accidentes: la falla Cochinos y la de Hicacos (fig. 13).

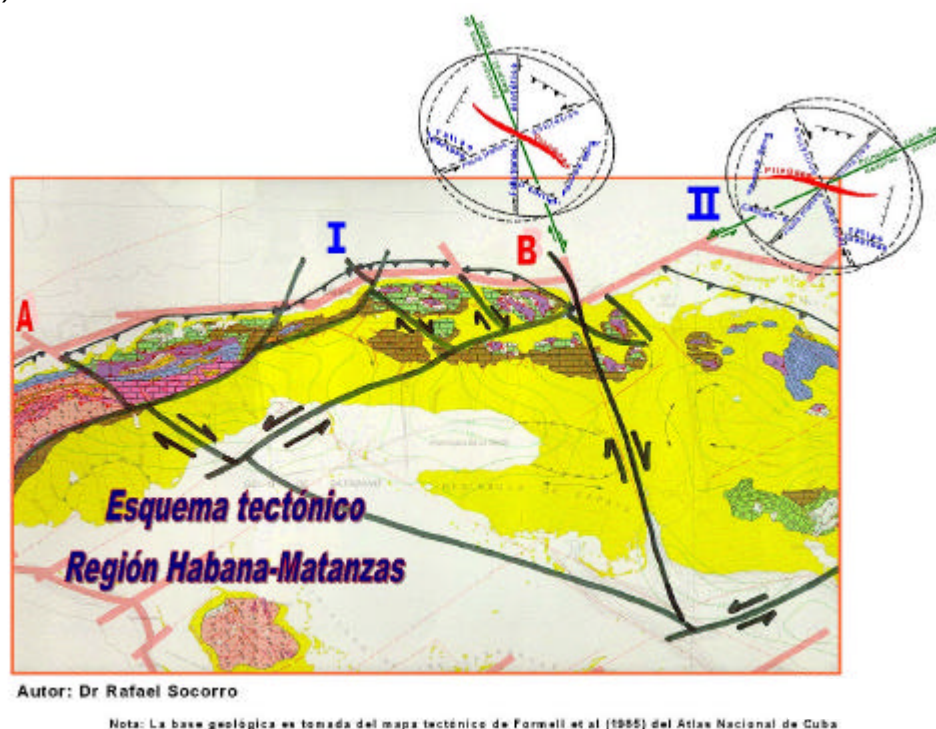


Fig. 13: Esquema tectónico de las provincias de La Habana y Matanzas (Socorro R et al, 1996) mostrando las elipsoides de esfuerzos para las principales zonas de desplazamiento (PZD), Cochinos (B) e Hicacos (II)

La falla Cochinos (B) la cual atraviesa el territorio nacional de dirección NNW –SSE tuvo un efecto distal con una aparición en el Oligoceno, logrando emplazar el sector Yumurí–Puerto Escondido más al norte. La falla Hicacos, de aparición más tardía, probablemente en el Mioceno Temprano, con efecto hasta el Reciente, posee una dirección NE–SW y provocó el desplazamiento de las estructuras de Cantel-Varadero.

De acuerdo a la elipsoide de esfuerzo, al conjugarse dos fallas de esta magnitud, una con desplazamiento distal y la otra sinistral, la dirección de la compresión, se ejercen en igual sentido, lo que

provocó una alineación muy clara de las estructuras cabalgadas, formando el rumbo estructural cubano principal. (Fig. 14)

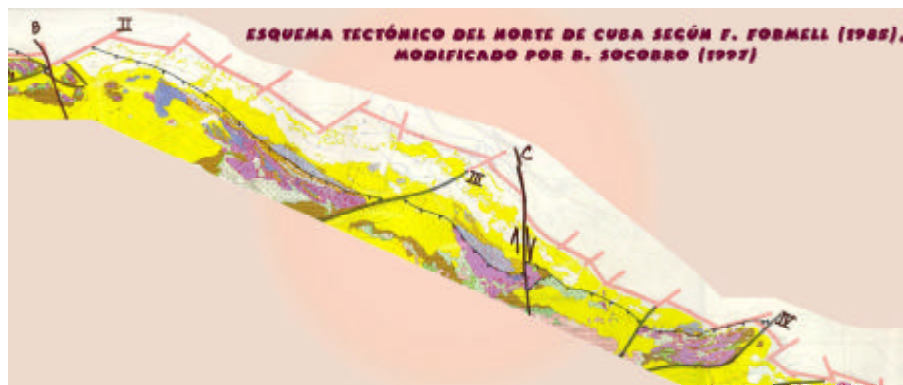


Fig. 14: Mapa geológico del cinturón sobrecorrido norte cubano, mostrando la dirección del corrimiento principal. La base geológica fue tomada del mapa geológico de Cuba (1985) IGP.ACC. la interpretación corresponde a los autores.

ESTRUCTURA Y AMBIENTE TECTONO-SEDIMENTARIO DE LA CUENCA ANTEPAÍS

Estas se desarrollan en zonas de cabalgamiento activos frente a las zonas de triángulo donde la dirección del transporte del apilamiento se produce hacia donde se desarrolla la cuenca.

Como consecuencia de que el peso de las escamas sobrecorridas es variable, la propia cuenca de antepaís se deforma. Hay varios factores que condicionan que la cuenca esté segmentada o que esté completamente despegada, entre lo que se puede mencionar el grado de propagación de las culminaciones de los cabalgamientos, la presencia de horizontes en la base de la cuenca que facilitan el despegue y el ángulo de convergencia.

El tipo más común que se nos presenta en las zonas de triángulo en la costa norte es claramente la del tipo de cuenca a cuestras (piggy back o thrust-sheet top), en la cual los sedimentos se acumulan en una cuenca que descansa en escamas móviles cabalgadas.

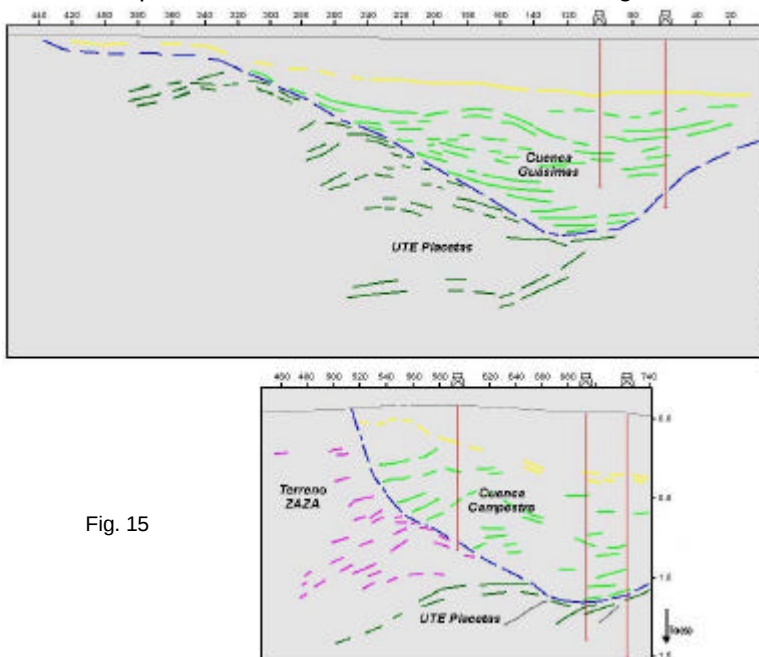


Fig. 15

Fig. 15: Imagen sísmica comparativa de las cuencas Guásimas (región Varadero-Cárdenas) y Campestre (Puerto Escondido-Yumurí) a partir de la selección de los más evidentes y seguros ejes cofásicos (López S et al, 1998)

Sin embargo aquí los cortes estratigráficos de los pozos y las líneas sísmicas evidencian que estamos en presencia del tipo de cuenca piggy back compleja, producto de la propagación en serie de los cabalgamientos entre el Campaniano Tardío y el Eoceno Medio fundamentalmente y en el Oligoceno-Reciente, las primeras debido a la colisión frontal arco-continente y la segunda a cuenta de la transcurrancia. Es decir que un tipo de cuenca simple asociada a cuñas asimétricas con onlaps estratigráficos contra la pared de la línea del despegue superior. (Fig. 15)

La cuenca compleja de antepaís va a presentar las siguientes fases generales:

- Una segmentación debido a los cabalgamientos. Esto se traduce en la diferenciación de varias zonas de triángulo y sus cuencas menores asociadas. Sirven de ejemplo las cuencas de Campestre, Guásimas, Cárdenas, Colorados y Caracoles.

- b) La segmentación ocurrió, a su vez, contemporáneamente con la sedimentación, producto de lo cual hay cuencas diferentes en tamaño. Esto es evidente debido al desplazamiento de la comba periférica y el consecuente levantamiento de algunos bloques. La topografía de la base de la cuenca condicionó el relleno de los mismos con espesores muy variables. Esto se pone de manifiesto en la cuenca de Guásimas, cuyos espesores considerables de arcosas deben relacionarse con grandes espesores de la Fm Bacunayagua en su deposición in situ. (Fig. 16)

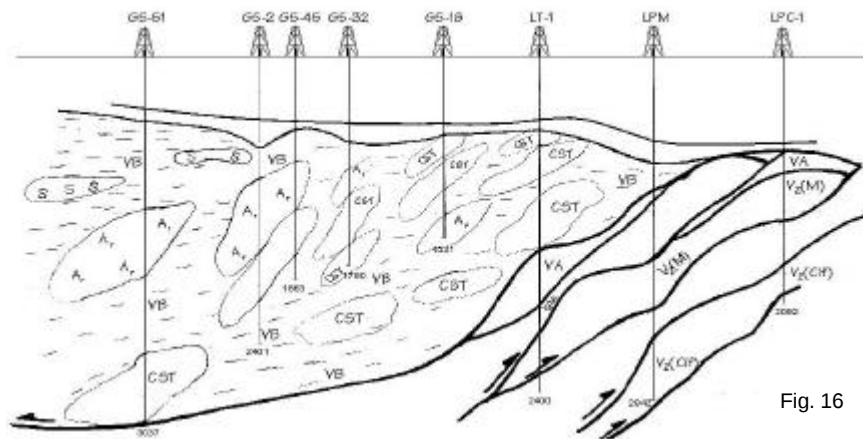


Fig. 16

Fig. 16: Sección geológica de la cuenca de Guásimas, mostrando la abundancia de sedimentos de la Fm. Bacunayagua (arcosas) redepositados. No ocurre igual en la cuenca de Campestre (Socorro et al,1998)

Esta fase de sincronización está asociada en su inicio con una sedimentación turbidítica. Corresponde a los sedimentos más antiguos y consecuentemente hasta el Maestrichtiano Superior. Se forman producto de la colisión del arco con el margen de Florida-Bahamas. Son típicamente sedimentos tipo flysch y se corresponden con la Formación Vía Blanca. Se asocian también sedimentos hemipelágicos (calcilutitas de la Fm Peñalver).

Las partes más internas de la cuenca – más cercanas al arco – evolucionó durante el Paleoceno-Eoceno Inferior con el mismo tipo de respuesta sedimentológica a la continua erosión de las escamas del Terreno Zaza (las Fm del grupo Madruga y Capdevila). Testigos de esta parte interna dentro del antepaís se encuentran en la cuenca de Campestre, estando ausentes en la de Guásimas, donde las culminaciones del Terreno Zaza quedaron rezagadas. (Fig. 17)

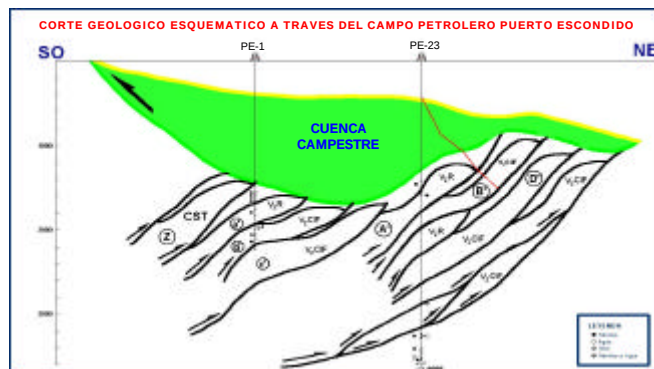
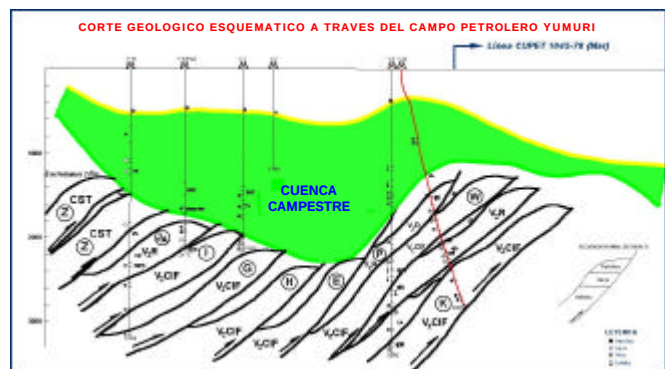


Fig. 17

Fig. 17: Secciones geológicas a través de los yacimientos de Puerto Escondido y Yumurí, mostrando en ambos casos la cuenca de Campestre y la ubicación de los diferentes pliegues anticlinales productores y probables productores de hidrocarburos (Socorro et al, 1998)



El avance de los cabalgamientos en forma mas o menos continua en el tiempo dio lugar a la formación de gruesas megasecuencias de deslizamientos submarinos conocidos como olistostromas. Ellos resultan a consecuencia de las pendientes de los cabalgamientos que rebasan el ángulo crítico de la gravedad. Olistolitos de entre 500-1000 m de longitud de rocas carbonatadas del Aptiano-Cenomaniano (Fm Carmita) se encuentran “embebidas” en los sedimentos terrígenos del Maestrichtiano en la cuenca de Guásimas (Fm Amaro). En la cuenca de Campestre la composición de las olistolitos es más heterogénea, al estar involucrados las culminaciones de los cabalgamientos del Terreno Zaza y de la UTE Placetas (Fms Santa Teresa y Carmita).

Localmente, en algunos sectores de la cuenca, hay un predominio de olistolitos. Por ejemplo, en el yacimiento Yumurí, considerables espesores de rocas silíceo-arcillosas (Fm Santa Teresa ?) fueron deslizadas hacia la cuenca.

La reelaboración de masas de rocas como resultados de ambos procesos, sedimentario y tectónico, en la cual no es fácil distinguir el olistostroma del melange, ocurre en varios pozos de la costa norte de Cuba.

c) Deformación después de la sedimentación.

Tanto en el Maestrichtiano Tardío como en el Eoceno Inferior Tardío se evidenció una etapa de plegamiento post-sedimentaria, lo cual es característico en las Fms Vía Blanca, Capdevila, Vega Alta y Vega, que implicó erosión en los sedimentos de la cuenca de antepaís.

Sin embargo, la deformación principal tuvo lugar en el Eoceno Medio conjuntamente con la mayor subsidencia de la cuenca de antepaís. El cabalgamiento dentro de las series de cuenca, que en el Maestrichtiano tardío había sido esencialmente subárea (formación de carsismo en las secuencias de Amaro y Lutgarda) fue en el Eoceno Medio principalmente submarino. La Fm Sagua registra en las brechas la subsidencia más profunda en la cuenca (brecha de talud) con detritos de los bancos carbonatados en la parte más delantera de la comba (bulge).

Por último la gran cuenca de antepaís y sus cuencas diferenciadas asociadas a las zonas de triángulo es de carácter tectonoestratigráfico. Su desarrollo en el tiempo hacia el norte entre el Cretácico Tardío, el Eoceno Medio y el Mioceno es muy complejo. El nivel de despegue pudo facilitarse por el horizonte concurrente de deslizamiento de las rocas arcillosas de las escamas de las Fms Santa Teresa, Mata, Vega Alta y Vega.

PERSPECTIVAS PETROLERAS

En Cuba se distinguen dos sistemas petroleros:

- ✓ El que corresponde a la Provincia Norte Cubana y está relacionado con las rocas carbonatadas del margen continental norteamericano.
- ✓ El que está relacionado con la Provincia Sur Cubana, que lo componen las rocas terrígenas, vulcanógenas-terrígenas y carbonatadas.

El cinturón sobrecorrido norte cubano está relacionado con el primer sistema.

En base al análisis multidisciplinario de todos los factores que integran el sistema petrolero se pueden proponer las siguientes áreas perspectivas para la exploración (Fig. 18)

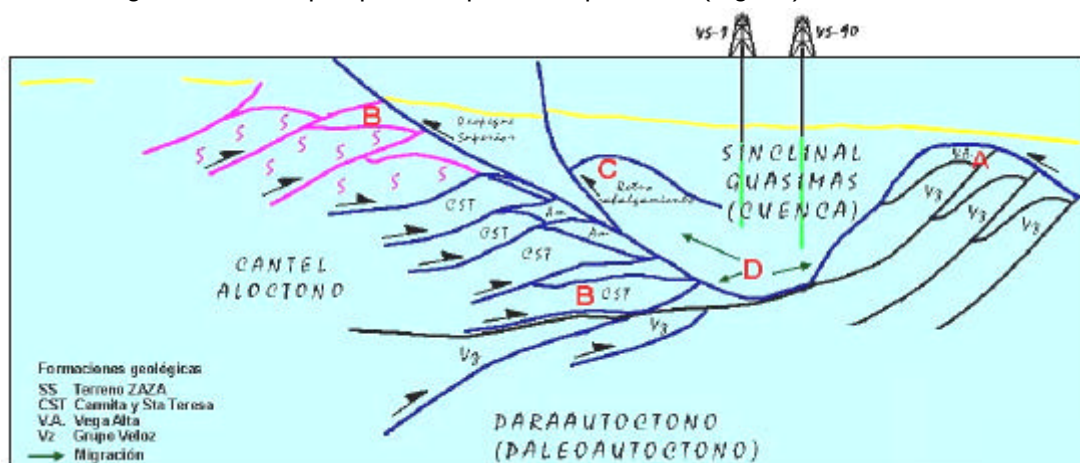


Fig. 18: Modelo estructural de una zona de triángulo en Cuba y las áreas más perspectivas para la exploración de petróleo. El modelo fue confeccionado en base a la interpretación por los autores de un gran número de secciones sísmicas, columnas geológicas de pozos, datos de producción y comportamiento hidrodinámico.

- A. La zona de triángulo correspondiente su formación al Paléogeno Inferior (Fm Vega Alta, Vega y Sagua) donde los yacimientos han sido expuestos a la erosión y al lavado, pero por esta misma razón han desarrollado magníficas propiedades de reservorio. Los actuales yacimientos cubanos se encuentran asociados a este tipo de estructura. Aún para la exploración en Cuba, dentro de esta propia zona, existen objetivos en las partes más hundidas, donde es posible el hallazgo de petróleos más ligeros, donde la acción de los agentes oxidantes haya sido menos severa. Se han obtenido algunos resultados de petróleos más ligeros en pozos ubicados en estos objetivos.
- B. Corresponde a pliegues, localizados en la zona de triángulo del Cretácico Superior. Aquí se dan como perspectivas tanto los pliegues de las rocas carbonatadas del margen continental, como las rocas volcánicas y/o ofiolitas fracturadas. Las rocas generadoras de este petróleo son silicoclásticas con petróleos de mejores características.
- C. Pliegues formados a consecuencia del retrocabalgamiento dentro del propio sinclinal. Algunos de estos pliegues han sido perforados y han presentado buenas entradas de hidrocarburos. El problema es referente a las propiedades de reservorios de estas trampas por la propia naturaleza de la secuencia geológica en que se encuentran.
- D. Corresponde a trampas litologo-estratigráficas dentro de las estructuras sinclinales del antepaís de donde a la vez se pudiera suponer la presencia de rocas madres del Cretácico.

CONCLUSIONES.

- 1. La colisión arco/margen continental indujo simultáneamente a la formación de cabalgamientos, cuya propagación hacia el norte produjo zonas de triángulo y sus correspondientes cuencas de antepaís expresadas en las del tipo de cuenca “a cuesta” (piggy –back basin) a través de la evolución en el tiempo.
- 2. La migración al norte se produjo desde el Campaniano Tardío hasta el Eoceno y su relleno sedimentario se produjo a expensas de la formación “flysch” y “olistostromas” derivados de la erosión y deslizamiento de las escamas del Terreno Zaza junto con sus sedimentos “A cuesta” y de las UTE del margen continental norteamericano.
- 3. Se evidencian fases en el desarrollo de las cuencas vinculadas a los procesos de segmentación, sedimentación, cabalgamiento y deformación, que conforman una evolución tectonoestratigráfica muy compleja, cuya geometría interna aún no está clara.
- 4. Se ejemplifican 5 cuencas, la de Campestre, Guásimas, Cárdenas, Colorados y Caracoles, las que a partir de rasgos evolutivos comunes, se individualizan por diferencias en la composición y edad de los sedimentos, su tamaño, espesor de sedimentos, mapeo sísmico y estructural.
- 5. La exploración de nuevos yacimientos de petróleo en Cuba debe dirigirse hacia las estructuras (A, B y C) dentro de la zona de triángulo.
- 6. Las estructuras formadas a partir de la acción del retrocabalgamiento (C), constituyen nuevos objetivos de exploración.
- 7. Sólo mediante el análisis multidisciplinario y multivalente de la información geologo-geofísica, tanto de la exploración como de la explotación, en regiones de geología análoga, se pueden alcanzar mejores resultados en la exploración.

CONTRIBUCIONES TECNICAS.

La importancia práctica del trabajo estriba en que al esclarecer con mayor precisión la estructuración del cinturón sobrecorrido cubano y consecuentemente sus estructuras locales los trabajos de exploración (sísmica y perforación) se ubicaran en áreas más perspectivas y menos riesgosas. Esto se alcanzó mediante:

- El análisis múltiple de las informaciones geológicas, geofísica, de ingeniería y de producción.
- La tectonoestratigrafía de los pozos perforados y de los datos de la cartografía geológica.

BIBLIOGRAFIA

1. Artemiev G, López S, Martínez E. Informe sobre los trabajos sísmicos PCP realizados con las fuentes no explosivas GSK-6 en el área San Antón-Martí-Corralillo en los años 1984-1985. Archivo Empresa Geofísica, CUPET. La Habana 1986.
2. Lebel D, Langenberg W, Mountjoy E. Structure of the central canadian cordilleran thrust and fold belt, Athabasca-Brazeau área, Alberta: a large, complex intercuture wedge. Bulletin of Canadian Petroleum Geology.
3. López S, Socorro R, Rodríguez M. Interpretación geologo-geofísica de los trabajos de exploración sísmica (OFD) en la región Habana-Matanzas. Archivo Empresa Geofísica, CUPET, La Habana. 1998.
4. Prol J. Motembo en los campos potenciales.
5. Prol J. Mapa gravimétrico de región occidental de Cuba en escala 1:100 000. Archivo Empresa geofísica, CUPET. La Habana 1998.
6. P. B. Jones. Triangle zone geometry, terminology and kinematics. Bulletin of Canadian Petroleum Geology, Volume 44 No 2. June 1996. Calgary Alberta, Canada
7. Socorro R, López S, Sosa B. Nuevas estructuras para la exploración petrolera en el área de Puerto Escondido. Forum de Ciencia y Técnica. La Habana, 1998
8. Socorro R, López S, Prol J. Estructura geológica de los bloques 7, 9, 10 y Varadero Oeste. Archivo Empresa Geofísica, CUPET, La Habana 1998.
9. Socorro R, López S, Sánchez J. R. 1995. Wrench tectonics in the geology of Cuba. Abstracts, 14 th Caribbean Geological Conference. Trinidad and Tobago.
10. Stockmal G, Mackay P, Lawton D. The Oldman Rives triangle zone: a complicated tectonic wedge delineated by new structural mapping and seismic interpretation Bulletin of Canadian Petroleum Geology.