

LA EXPLORACION PETROLERA EN EL CINTURON PLEGADO CUBANO. NUEVOS RETOS Y PERSPECTIVAS.

Autor: Ing. Rodobaldo Rodríguez Hernández.

Compañía: CUBAPETROLEO.

Dirección: Calle 19, No. 910, e/ 8 y 10, Vedado, Ciudad de La Habana, Cuba.

Teléfonos: 333563, 792865. **Fax:** (537) 333563. **E-mail:** digicupet@cupet.minbas.cu

RESUMEN

El presente trabajo aborda los problemas cardinales que enfrenta actualmente la exploración petrolera en Cuba, a saber:

- Estructura y evolución geológica del archipiélago cubano
- Caracterización y clasificación de las cuencas sedimentarias
- Reconstrucción palinspástica de la margen continental
- Mapeo de las trampas petroleras. Limitaciones de la sísmica convencional en la solución de este problema
- Caracterización de las dos provincias petroleras cubanas
- La exploración en los sedimentos de la margen continental subyacentes a las rocas volcánicas y el cinturón ofiolítico
- Identificación de las áreas más promisorias a partir de los últimos resultados geólogo-geofísicos
- La exploración de crudos ligeros por debajo del cinturón ofiolítico
- Hacia dónde dirigir los trabajos exploratorios futuros
- Perspectivas de incrementos de la extracción de crudos en el contexto de los contratos de exploración a riesgo.

INTRODUCCION

La exploración petrolera en el cinturón plegado cubano comenzó desde finales del siglo XIX cuando fue descubierto el campo Motembo, portador de crudos superligeros y condensados en reservorios fracturados asociados a secuencias ofiolíticas.

En la década del 50 se descubrieron los campos Jatibonico y Cristales, portadores de crudos medianos en reservorios fracturados de origen volcánico. Estos datos fueron esgrimidos por no pocos geólogos foráneos y del patio como prueba irrefutable acerca del origen inorgánico del petróleo.

Sin embargo, los nuevos datos geólogo-geofísicos y de perforación exploratoria rápidamente demostraron todo lo contrario.

Hasta la fecha en los límites del archipiélago cubano se han adquirido alrededor de 50000 km de líneas sísmicas. Se han perforado alrededor de 1000 pozos de exploración y desarrollo con una profundidad promedio de 2100 metros aproximadamente. El archipiélago está cubierto, además, por levantamientos gravimagnetométricos hasta la escala 1:50000 y levantamiento geológico a escala 1:250000.

Estos trabajos de prospección geológica arrojaron los resultados siguientes:

- Presencia de potentes espesores de rocas sedimentarias de edad Meso-Cenozoica (5,0-12,0 km.)
- Presencia de dos provincias gasopetrolíferas diferentes por su origen y evolución geotectónica
- Presencia de rocas madre en las secuencias carbonatadas y sílico-clásticas del Cretácico
- Presencia de una amplia gama de crudos por su densidad: desde 45° hasta 12° API
- Presencia de estructuras imbricadas a las cuales frecuentemente están asociadas las trampas.

Hasta el presente se han descubierto más de diez yacimientos, principalmente en la provincia petrolera septentrional.

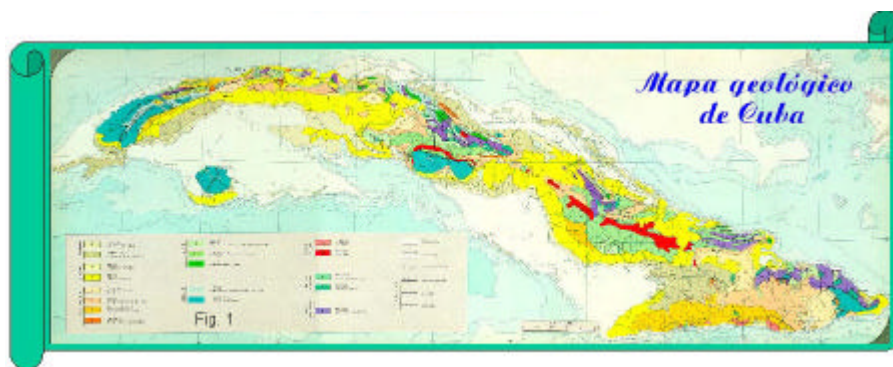
Actualmente Cuba cuenta con más de 50000 km² de áreas productoras, perspectivas y potencialmente perspectivas para petróleo y gas. Una cifra muy similar está inexplorada costa afuera.

CUBAPETROLEO enfrenta en estos momentos retos cuyo vencimiento representará un salto en el balance energético, capaz de satisfacer la demanda creciente de los planes de desarrollo económico del país. Entre los más importantes resumiremos los siguientes:

- Elevación de la resolutiveidad de las investigaciones sísmicas para obtener un mapeo seguro de las trampas
- Ubicación paleogeográfica de la cocina de generación, definición de las vías y edad de la migración de los fluidos hidrocarburos y su entrapamiento
- Definición de las áreas con mayores posibilidades de poseer yacimientos de crudos ligeros y profundidad de yacencia de los mismos.
- Elevar la profundidad promedio de la perforación exploratoria promedio hasta los 3500-4000 metros
- Desarrollar la perforación exploratoria costa afuera donde las dimensiones de las trampas y su estructura geológica son más favorables
- Satisfacer las necesidades energéticas de la economía nacional en el plazo más breve posible.

ESTRUCTURA Y EVOLUCION GEOLÓGICA DE CUBA.

El archipiélago cubano se formó durante la orogenia alpina (Eoceno) en la cual se vieron involucrados dos márgenes continentales (Bahamas-Florida y Yucatán) y al menos dos arcos volcánicos: el Arco Volcánico Cretácico- AVC (Terreno Zaza) y el Arco Volcánico del Paleógeno-AVP (Terreno Turquino) (Fig.No.1)



La orogenia fue el resultado de la colisión frontal de la mesoplaça caribeña, probablemente con origen en el Pacífico, con el margen pasivo de la placa norteamericana en un régimen tectónico de compresión que se extendió desde el Cretácico Superior hasta el Terciario Temprano.

Los principales eventos tectónicos se muestran en la figura No.2.

Resumen de los principales eventos geológicos de Cuba

Ma	Régimen tectónico	Período	Eventos principales
0 10 20 30 40	Compresional Extensional	Postorogénico	Movimientos de cizallamiento Desarrollo de cuencas en extensión Erosión de las montañas y colapso orogénico en el este de Yucatán
50 60 70 80 90	Compresional	Orogénico	Cataclismo regional Deposición de sedimentos en el antepaís Colisión del arco volcánico con el margen continental Erosión del antepaís Inundación de la plataforma
100 110 120 130 140 150 160 170 180 190 200	Extensional	Preorogénico	Desarrollo de canales en la plataforma carbonatada Desarrollo del arco volcánico antillano Amplio desarrollo de las facies carbonatadas platformicas Fin de la apertura del golfo Deriva y deposición de la roca madre Desarrollo de cuencas marinas profundas y evaporíticas Evento salino regional Desarrollo de cuencas marinas Extension de la corteza continental Desarrollo de cuencas continentales

Fig. 2

TIPOS DE CORTEZA.

Desde el año 1970 la Corporación Estatal CUPET ejecutó importantes volúmenes de



Fig. 3

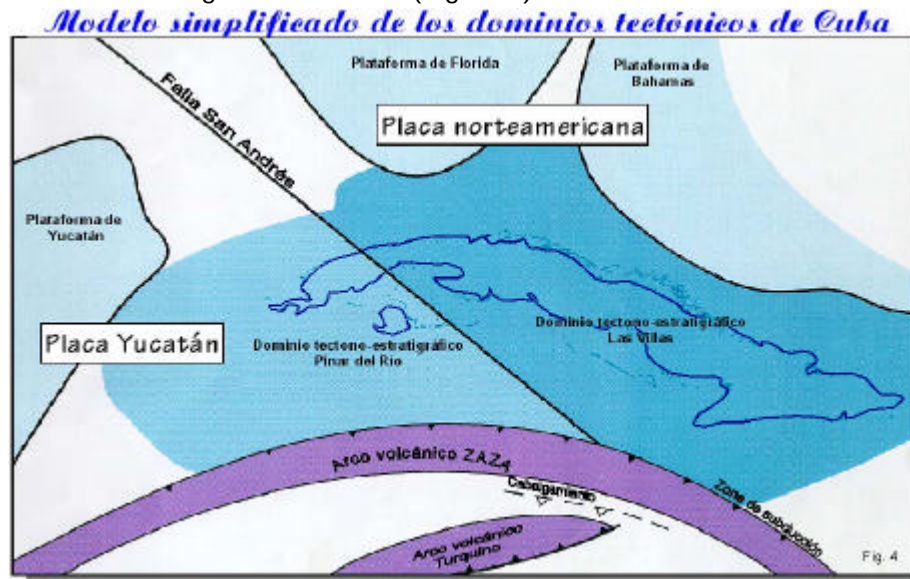
investigaciones sísmicas profundas. El resultado de estas investigaciones arrojó que en los límites del archipiélago cubano existen tres tipos de corteza terrestre:

- Corteza oceánica (extremo oriental y mares profundos meridionales)
- Corteza transicional fina (mitad sur de la isla)
- Corteza transicional gruesa (en el centro y norte de Cuba). (Fig. No.3)

ESTUDIOS DE LA CUENCA SEDIMENTARIA ORIGINAL.

A pesar de que el orógeno cubano tiene aún un bajo nivel de estudio, las secuencias de rocas de la cuenca original (preorogénicas) han sido agrupadas en varias **Unidades Tectono-Estratigráficas (UTE)** ubicadas en dos **Dominios** diferentes:

- Dominio tectono-estratigráfico Pinar del Río
- Dominio tectono-estratigráfico Las Villas (Fig.No.4)



EVOLUCION GEOLOGICA

La historia de la evolución geológica de Cuba se ha subdividido en los estadios siguientes:

- Estadío prerogénico, pre-Campaniense
- Estadío orogénico, Campaniense-Eoceno Tardío y hasta el Oligoceno en la parte oriental de Cuba
- Estadío postorogénico, Eoceno Medio-Cuaternario.

Estadío prerogénico (régimen tectónico extensional).

En este período tuvieron lugar dos episodios principales de sedimentación: fracturación del continente (J_{1-2}) deriva continental (J_3-K_2). En el Neocomiense se sitúa el inicio del AVC. Un período prerogénico más joven surge en el Terciario Temprano con la aparición del AVP en la región suroriental de Cuba. Con la aparición de estos dos arcos está asociada la formación de las denominadas cuencas prerogénicas, es decir, las cuencas originales.

Estadío orogénico (régimen tectónico compresional).

En Cuba ocurrieron dos colisiones, conocidas como orogenia cubana y orogenia oriental. La primera es el evento orogénico principal y ocurrió a todo lo largo del archipiélago mientras que la segunda está restringida a la región oriental en el Terciario Tardío.

En este estadío tuvieron lugar todos los movimientos de cabalgamientos, en los que se vieron involucrados los dos arcos volcánicos y los sedimentos de las márgenes continentales.

Estadío postorogénico (compresional/extensional).

En el estadío postorogénico las cordilleras fueron erodadas y se rellenaron las cuencas intramontañas preexistentes con secuencias sedimentarias flyshoides y molásicas. Se reajustan los grandes bloques tectónicos en un régimen transpresional. Este estadío también se define por otros autores como el Neoautóctono cubano.

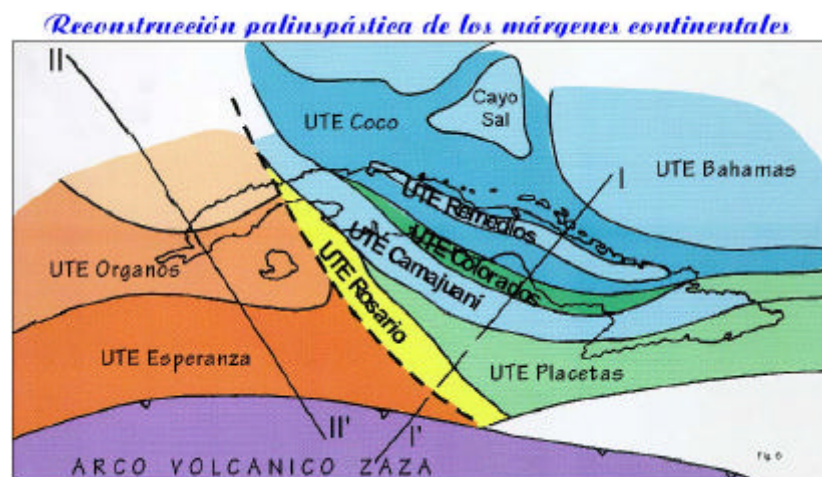
Reconstrucción palinspástica.

El desarrollo geológico de Cuba se muestra en la figura No.5, que constituye la reconstrucción palinspástica más aceptada entre los geólogos petroleros cubanos.

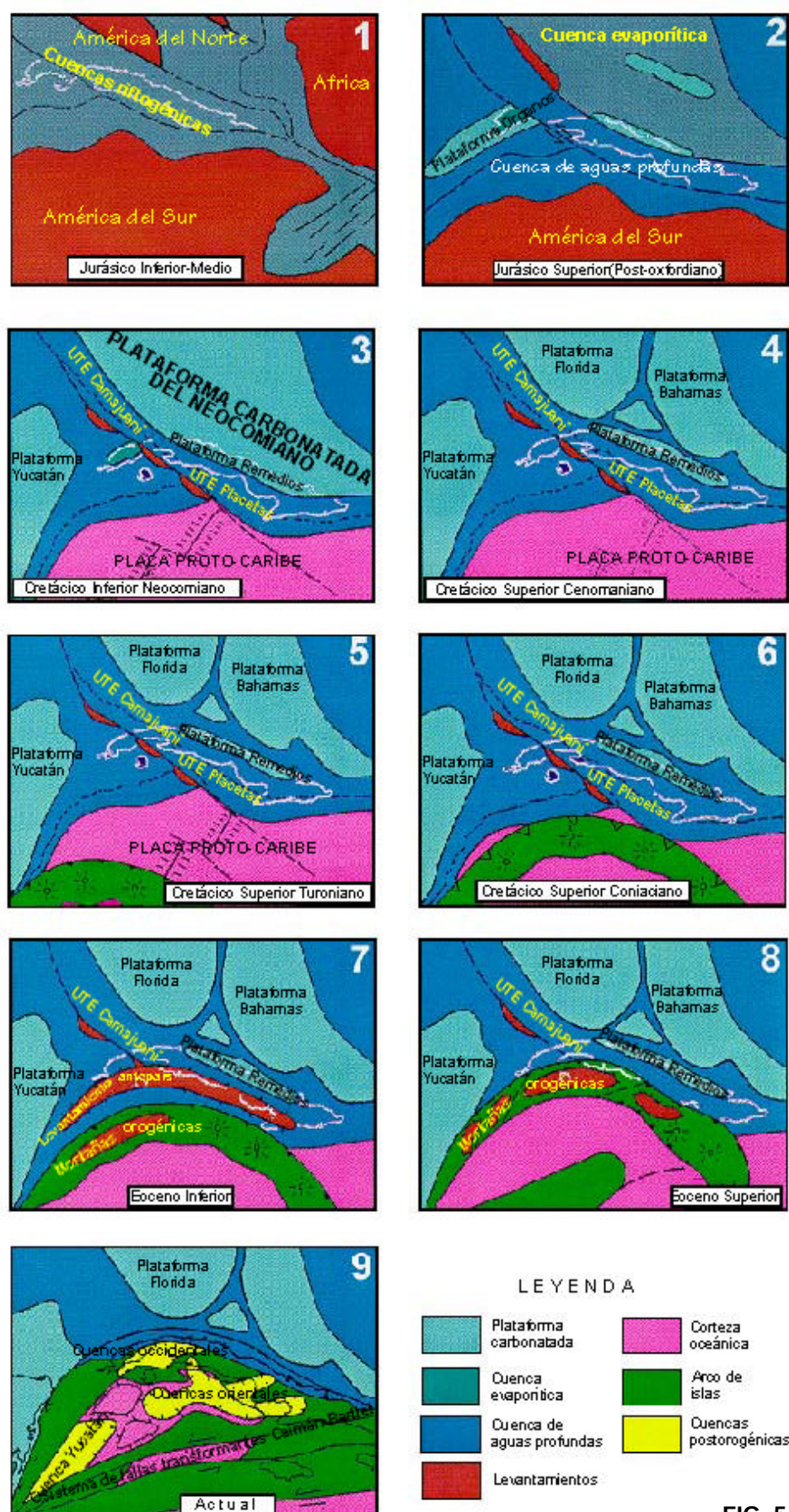
1. Separación de norte y suramérica en el J₁₋₂. Las cuencas continentales pasaron a un régimen marino que concluyó con un episodio salino regional en el Bathoniense-Calloviano (Sales Louann-Cunagua).
2. Después del Oxfordiano comenzó la deriva y con ella la diferenciación entre los depósitos lacustres al norte (UTE Cocos y Remedios) y los sedimentos de aguas profundas o facies de cuencas marinas abiertas (UTE Camajuaní, Colorados, Placetas, Rosario, etc.) al sur.
3. Durante el Neocomiense continúa el desarrollo de una gran cuenca carbonatada al norte con un bajo nivel eustático del mar, mientras al sur se depositan potentes secuencias de aguas profundas en condiciones de cuenca marina abierta.
4. Durante el Albiense-Turoniano se formaron canales en el banco carbonatado, como el canal Cocos, y continuó la diferenciación entre los sedimentos platafórmicos y de aguas profundas al sur. Más al suroeste, el AVC comenzaba su movimiento al norte-noreste consumiéndose bajo el mismo la corteza oceánica del protoCaribe (mar marginal).
5. En el Coniaciano el AVC estaba muy próximo a las secuencias sedimentarias depositadas sobre el margen continental.
6. Durante el Campaniano el AVC junto con las ofiolitas resultaron obducidos sobre la margen continental, consecuentemente la cubierta sedimentaria resultó plegada.
7. Durante el Eoceno continuó la formación del cinturón orogénico. Tienen un amplio desarrollo los cabalgamientos produciéndose varios niveles de despegue por las sales, ofiolitas y por las secuencias synorogénicas del Terciario Temprano. El resultado final de este evento es el apilamiento tectónico de los sedimentos de la margen continental bajo el AVC.
8. Desde el Eoceno Medio comenzó a prevalecer en Cuba occidental el período postorogénico con gran desarrollo de la tectónica de cizallamiento y de las cuencas terciarias rellenas por secuencias flyshoides y molásicas.

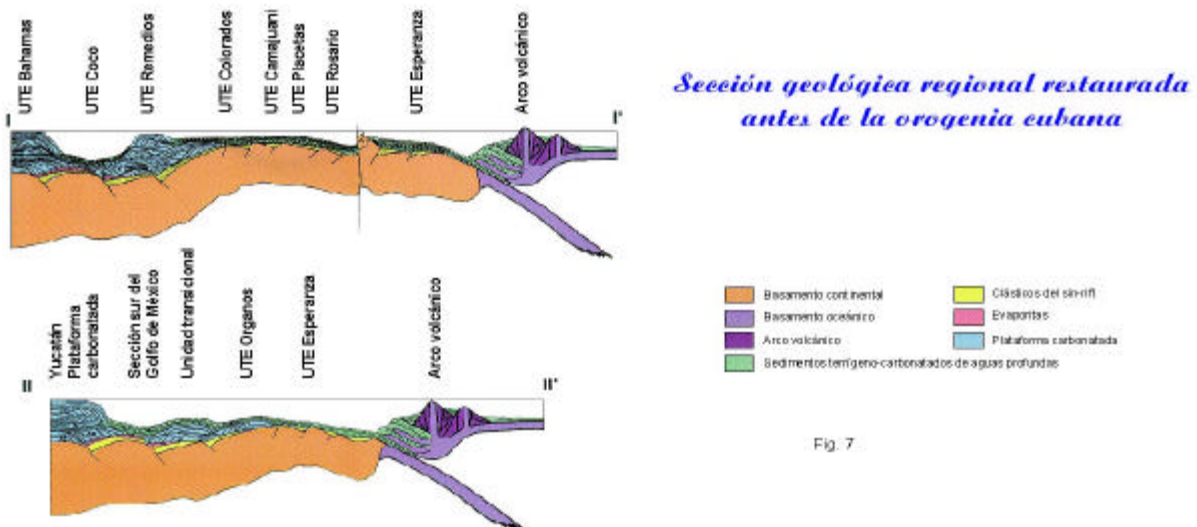
El modelo de evolución geológica mostrado en la Fig. No. 5 sitúa el inicio de la formación del arco insular de las Antillas Mayores, en los límites actuales de Centroamérica, y el desplazamiento del mismo en dirección NE.

Los datos geólogo-geofísicos y de perforación profunda han demostrado que desde el Jurásico Superior hasta el Cretácico Superior Turoniano, en condiciones de margen pasivo continental, se depositaron potentes secuencias carbonatadas distales y más cercanas a la plataforma las cuales, como resultado de la orogenia, formaron un complejo sistema de mantos tectónicos plegados e imbricados que actualmente identificamos como **Unidades Tectono-Estratigráficas (UTE)** (Fig. No.6 y 7).

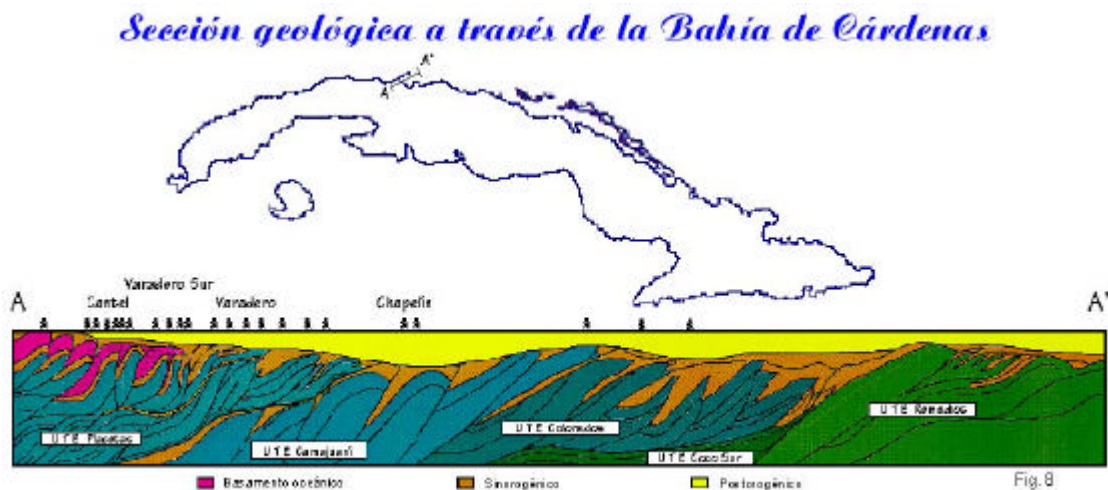


Evolución Geológica de Cuba

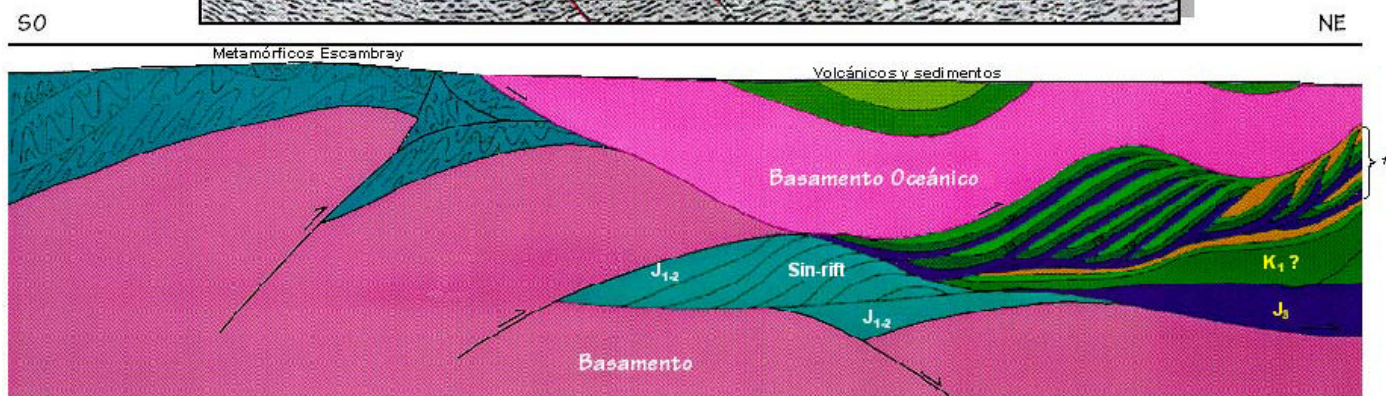
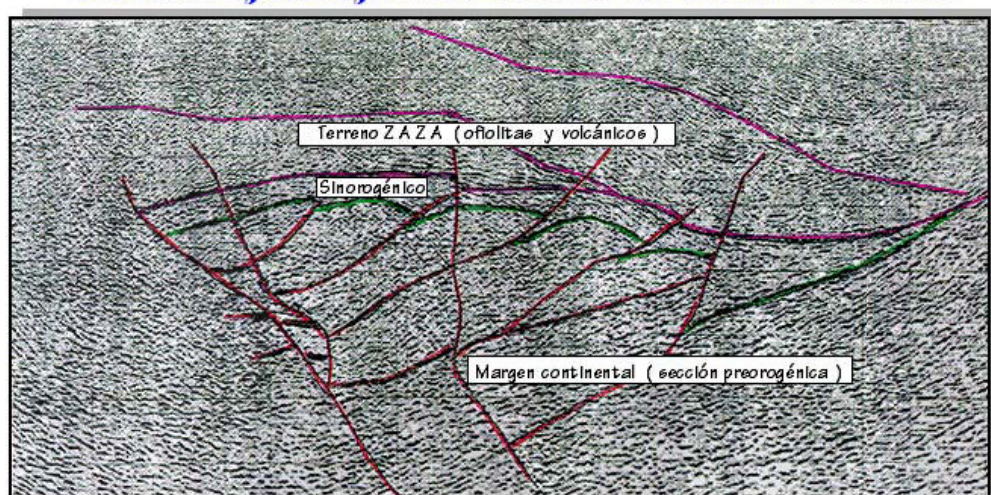




Sobre estas secuencias del margen continental se emplazaron tectónicamente los arcos volcánicos del Cretácico y del Terciario conjuntamente con las rocas de la asociación ofiolítica. Este evento está demostrado por la perforación profunda en la mitad septentrional de la isla (Fig. No.8, 9 y 10).



Sección geológica a través de Cuba Central



* Sedimentos del margen pasivo de aguas profundas recubiertos por sedimentos sinorogénicos

Fig. 9

Sobre las secuencias de la margen continental, volcánicas y ofiolíticas se formaron las denominadas cuencas superpuestas (K_2 cp-Q), las cuales son diferentes por su génesis. En Cuba se conocen, como mínimo, cuatro tipos diferentes de cuencas: cuencas del antepaís, intrarco, "a cuestras" y retroarco. La cuenca del antepaís se extiende a todo lo largo de la costa norte de Cuba.

Columnas estratigráficas de algunos pozos perforados en la Provincia Petrolera Norte Cubana

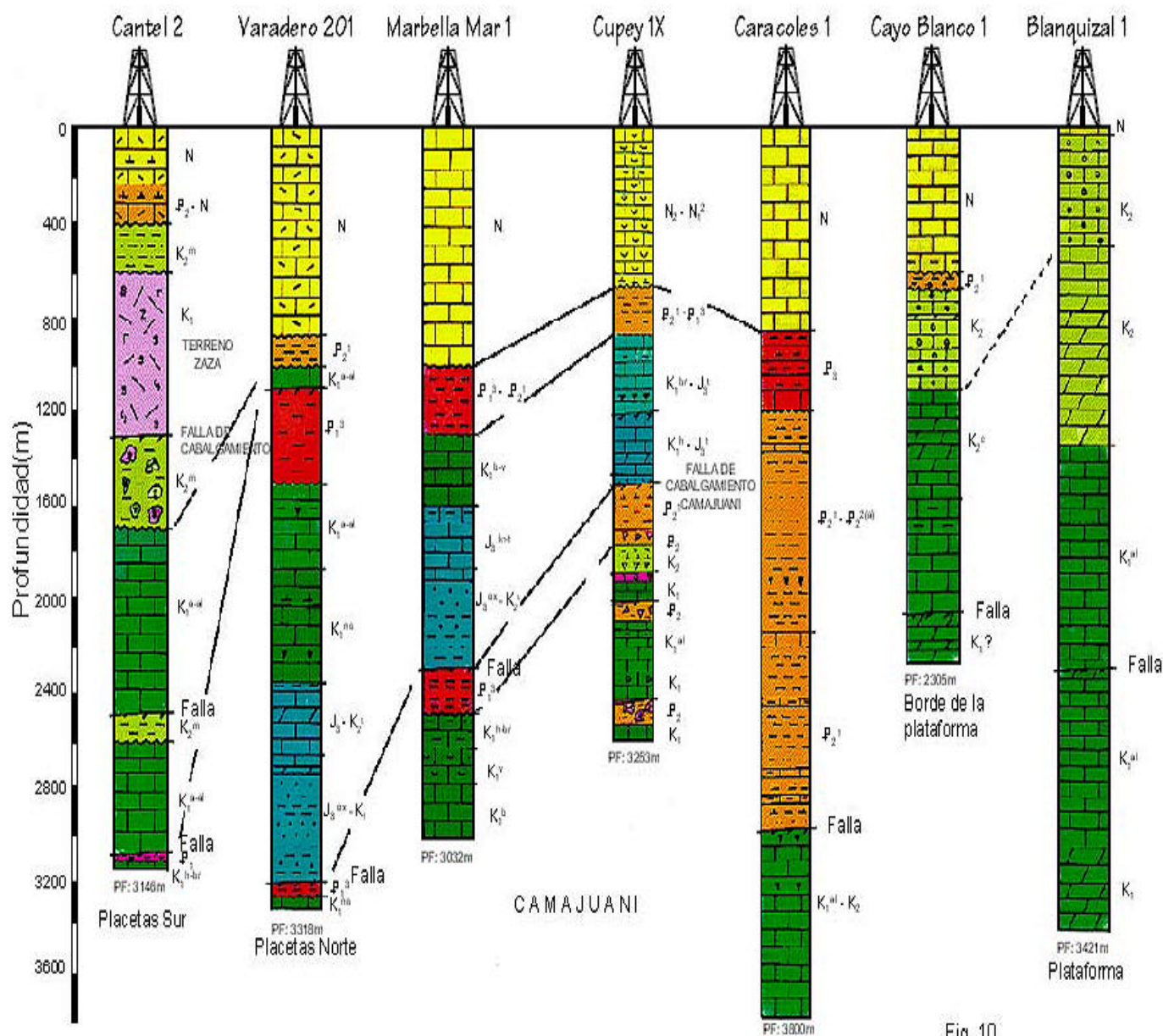
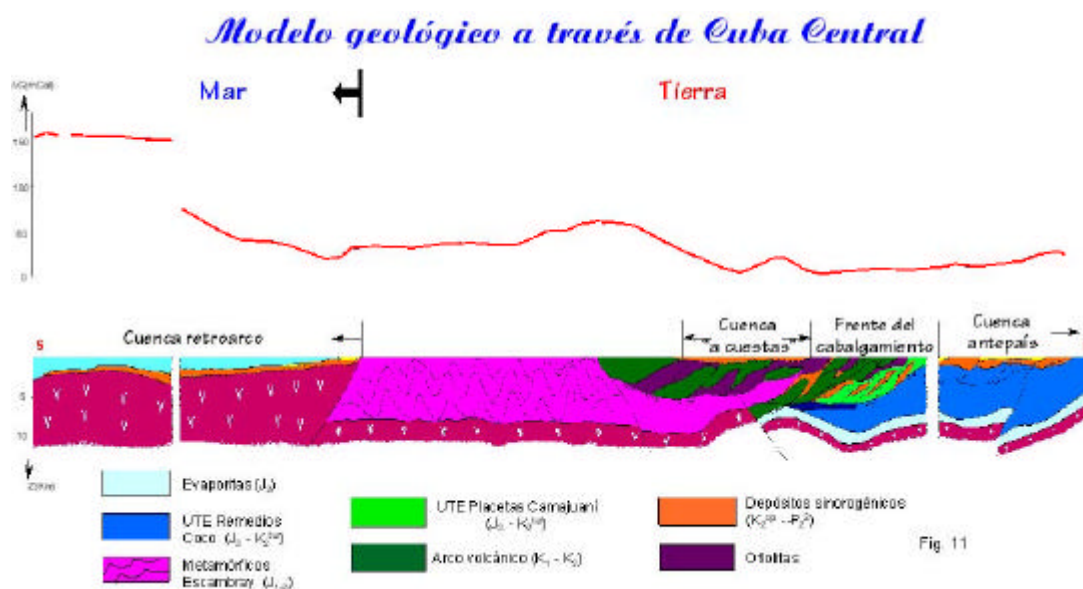


Fig. 10

Inmediatamente al sur se desarrollaron las cuencas "a cuestras" (piggy back) compuestas por secuencias clásticas provenientes del arco volcánico y de las ofiolitas.

Las cuencas intrarco se desarrollaron en la parte central y suroriental de la isla respectivamente, sobre las secuencias volcánicas.

Las cuencas de retroarco están bajo las aguas de los mares meridionales.(Fig. No. 11, 12, 13 y 14).



Desarrollo de las cuencas de retraqueo y retroarco (Cuba Central)

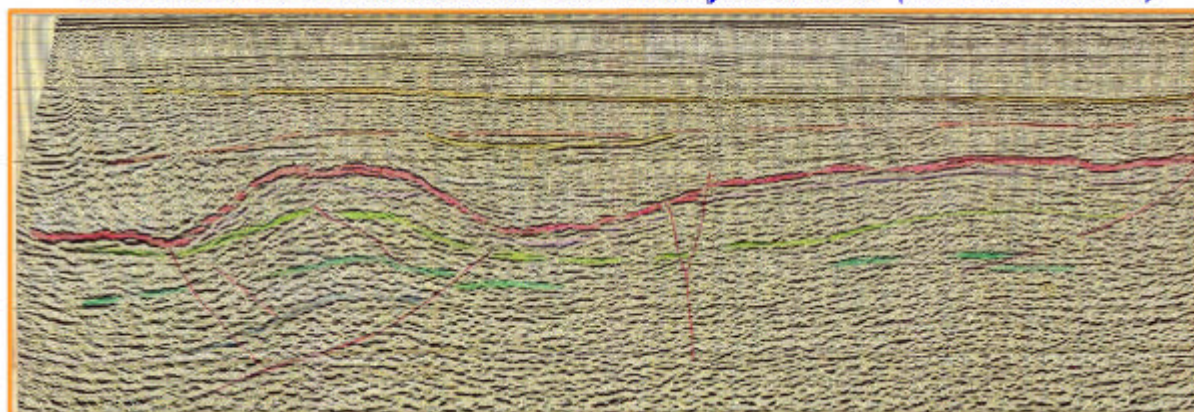


Fig. 12

Desarrollo de las cuencas intraarco y retroarco (Cuba Oriental)

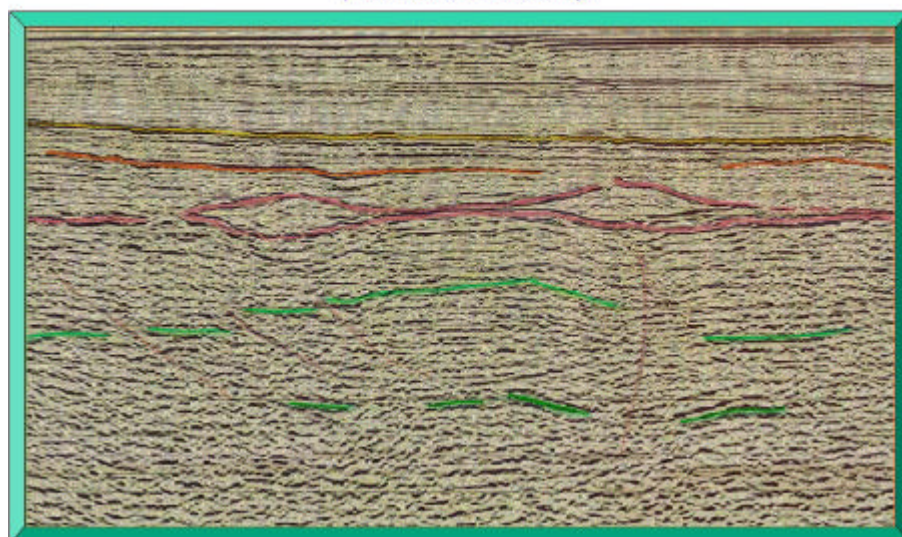
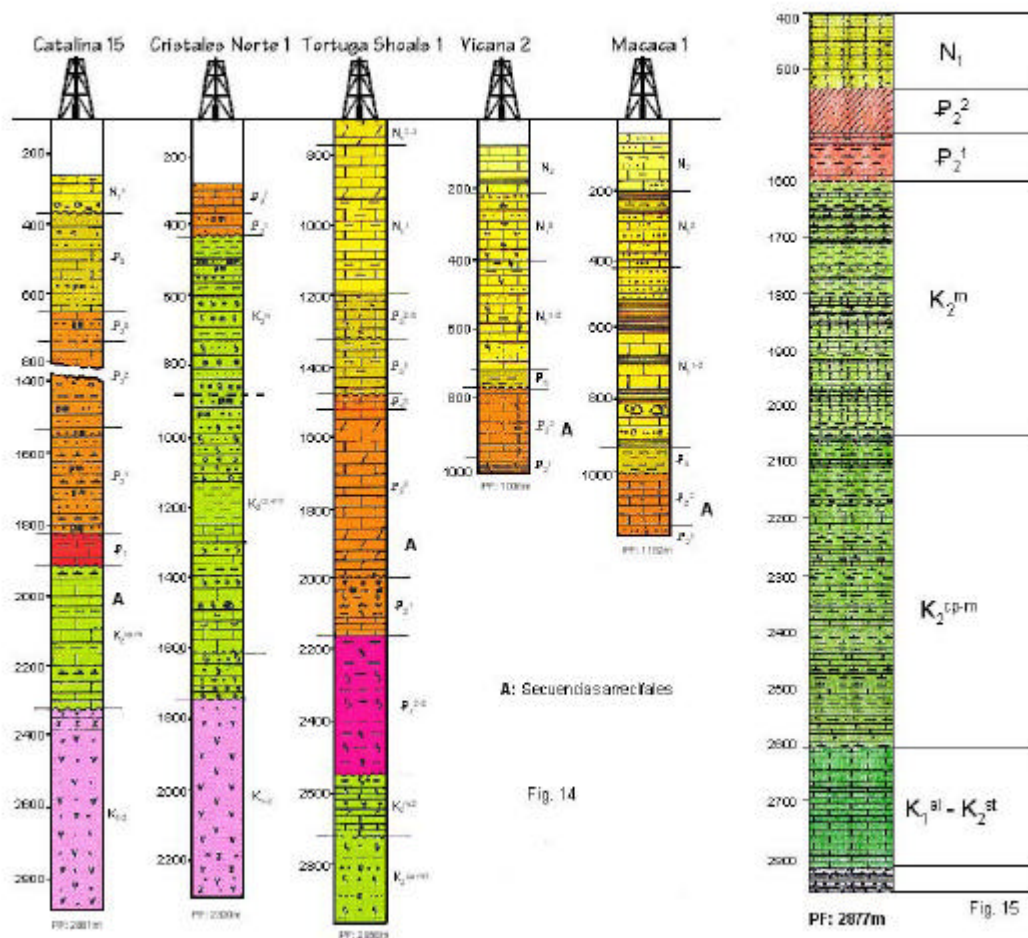


Fig. 13

*Columnas estratigráficas de pozos perforados
en las cuencas intraarco y retroarco*

Fantasia 1



Las cuencas de retroarco, recientemente reveladas por los datos sísmicos, constituyen un nuevo descubrimiento de extraordinaria importancia petrolera pues se ha demostrado la presencia de espesores sedimentarios que alcanzan hasta 8,0 km. La perforación exploratoria demostró, además, la presencia de hidrocarburos en estas cuencas (Fig.15).

REGIONALIZACION GASOPETROLIFERA.

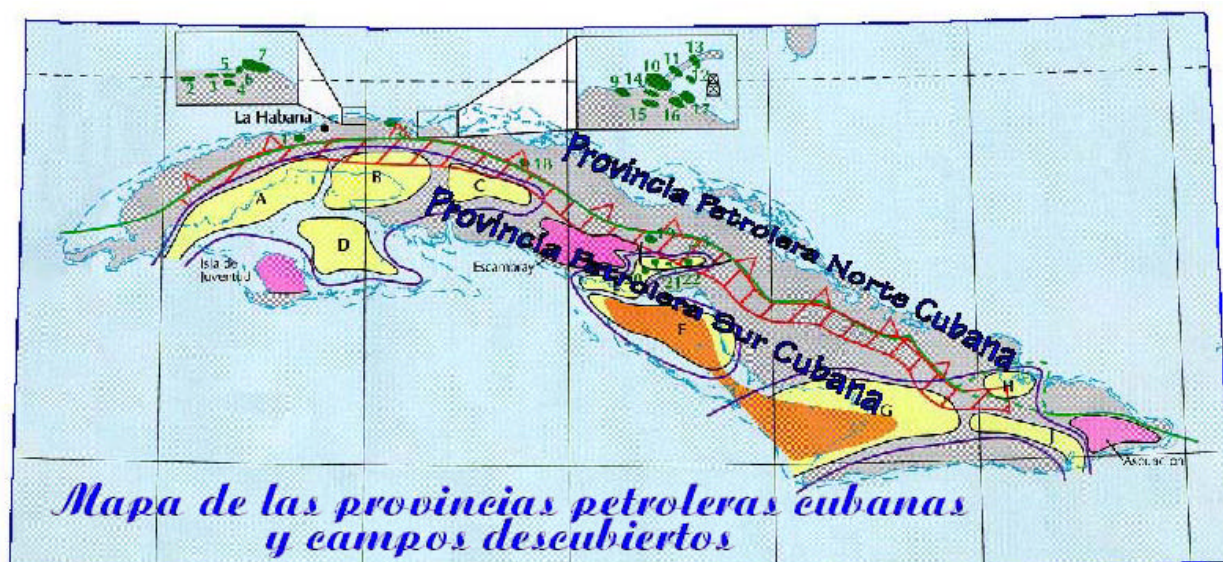
En los límites del territorio nacional se han definido dos provincias gasopetrolíferas: la norte y sur cubanas, separadas en la superficie por el cinturón ofiolítico (Fig.No.16).

PROVINCIA PETROLÍFERA NORTE CUBANA (PPNC).

Se extiende a todo lo largo de la costa norte de Cuba. Tiene una longitud superior a los 1000 km y un ancho promedio de 50,0 km, el espesor de sedimentos Mesocenoicos oscila entre 6,0 y 12,0 km.

El esquema de funcionamiento del **sistema petrolero** se muestra en la fig. No.17

La PPNC está relativamente bien estudiada en su porción sur (tierra firme y aguas someras) mientras que costa afuera sólo existen datos sísmicos.



Yacimientos de la Provincia Petrolera Norte Cubana

- 1 Martín Mesa
- 2 Bacuranao
- 3 Santa María
- 4 Peñas Altas
- 5 Guanabo
- 6 Vía Blanca
- 7 Boca de Jaruco
- 8 Yumuri
- 9 Camarioca

- 10 Varadero
- 11 Marbella
- 12 Marbella Mar
- 13 Chapelín
- 14 Varadero Sur
- 15 Cantel
- 16 Guásimas
- 17 Litoral
- 18 Motembo
- 19 Jarahueca

Yacimientos de la Provincia Petrolera Sur Cubana

- 20 Catalina
- 21 Jatibonico
- 22 Cristales
- 23 Pina

- Campos descubiertos
- Zona con desarrollo de trampas litológicas
- Límite entre las provincias petroleras cubanas Norte y Sur

- Cuencas postorogénicas
- Metamórficos Escambray
- Zona con posible presencia de crudos ligeros debajo del arco volcánico y las ofiolitas

Fig. 16

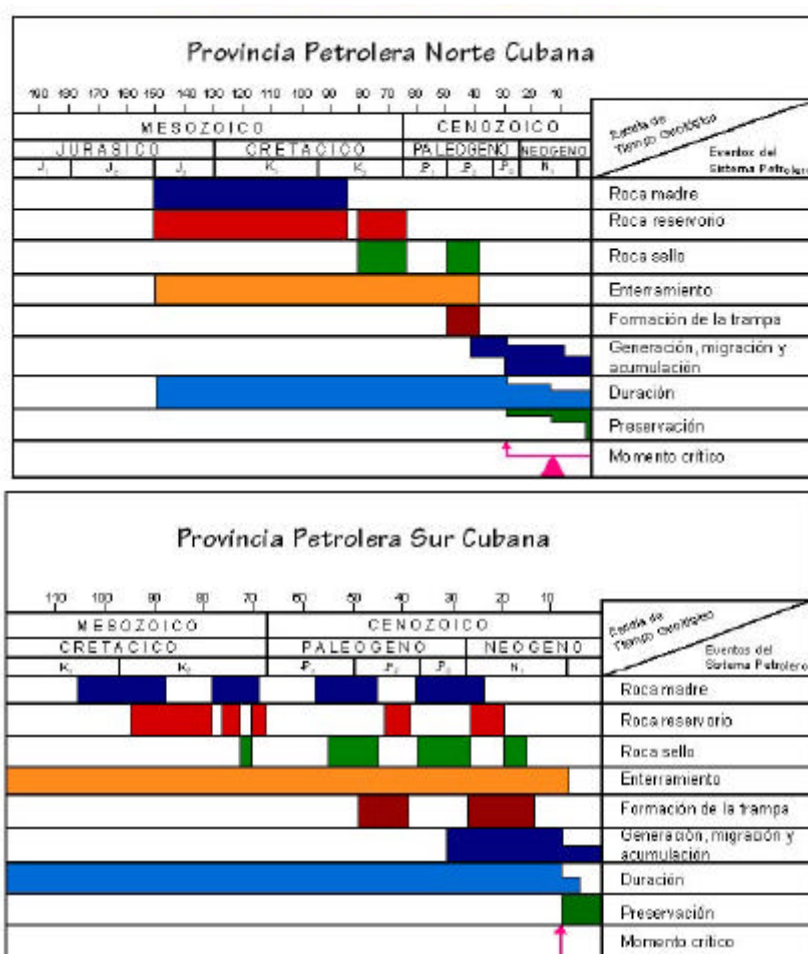


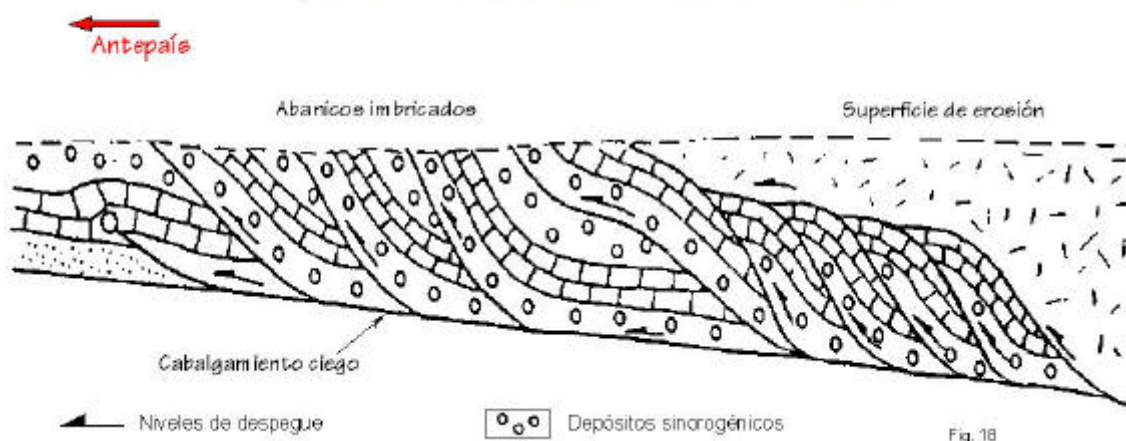
Fig. 17

Eventos del sistema petrolero

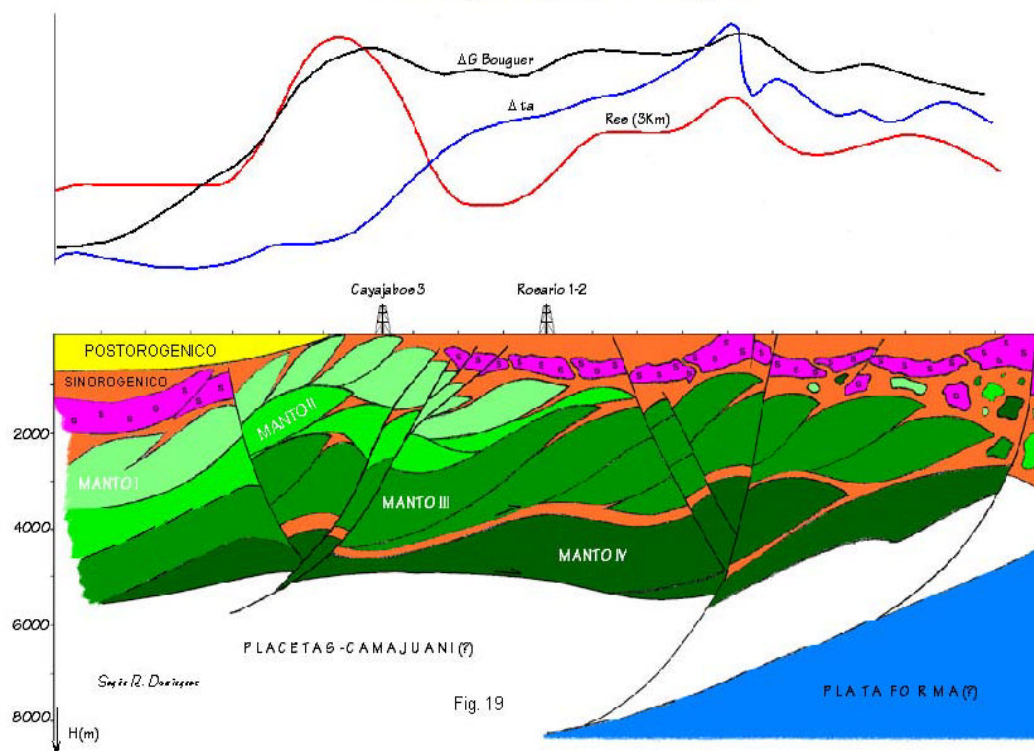
En los límites de la PPNC se han descubierto varios yacimientos, asociados a las UTE Placetas y Camajuaní, en rocas carbonatadas que alcanzan un rango estratigráfico $J_3-K_2^{tur}$. Uno de estos yacimientos, Varadero, tiene reservas probadas que superan los 120 millones de barriles de crudos pesados ($10-14^0$ API).

En la PPNC predomina una tectónica de compresión y cabalgamientos que ha provocado la formación de estructuras imbricadas en abanico y estructuras dúplex rediseñadas en su mayoría por la acción de fallas transcurrentes en el Terciario Temprano (Fig. No.18). Usualmente en una imbricación resultan involucrados tres y más pliegues en escamas. Muchas de estas estructuras en su apilamiento alcanzaron las zonas de oxidación activa provocando la biodegradación de los crudos inicialmente acumulados en las trampas, sin embargo, en las líneas sísmicas también se identifican cabalgamientos ciegos a mayor profundidad (2500-4000 metros) a los cuales se asocian prospectos mejor protegidos de la biodegradación (Fig. No.19).

Estructura geológica de los campos petroleros de la Provincia Petrolera Norte Cubana



Cabalgamientos ciegos



PROVINCIA PETROLIFERA SUR CUBANA (PPSC)

La PPSC tiene un grado de estudio petrolero inferior a la PPNC. La presencia en superficie de abundantes afloramientos de rocas magmáticas (AVC, AVP y asociación ofiolítica), sin dudas, ha sido una de las limitantes para la exploración petrolera en esta región, a pesar del carácter alóctono de su yacencia.

La PPSC ocupa la mayor parte del territorio nacional en tierra firme y la plataforma marina meridional. Tiene una longitud superior a los 1000 km y un ancho de 50-150 km. Su espesor sedimentario oscila entre 5,0 y 8,0 km.

En la PPSC se han descubierto varios campos petroleros asociados al tope de las secuencias volcánicas cretácicas, en reservorios fracturados. Estos campos, a diferencia de los de la PPNC, contienen crudos ligeros y muy ligeros (30-42^o API) (Fig.No.20).

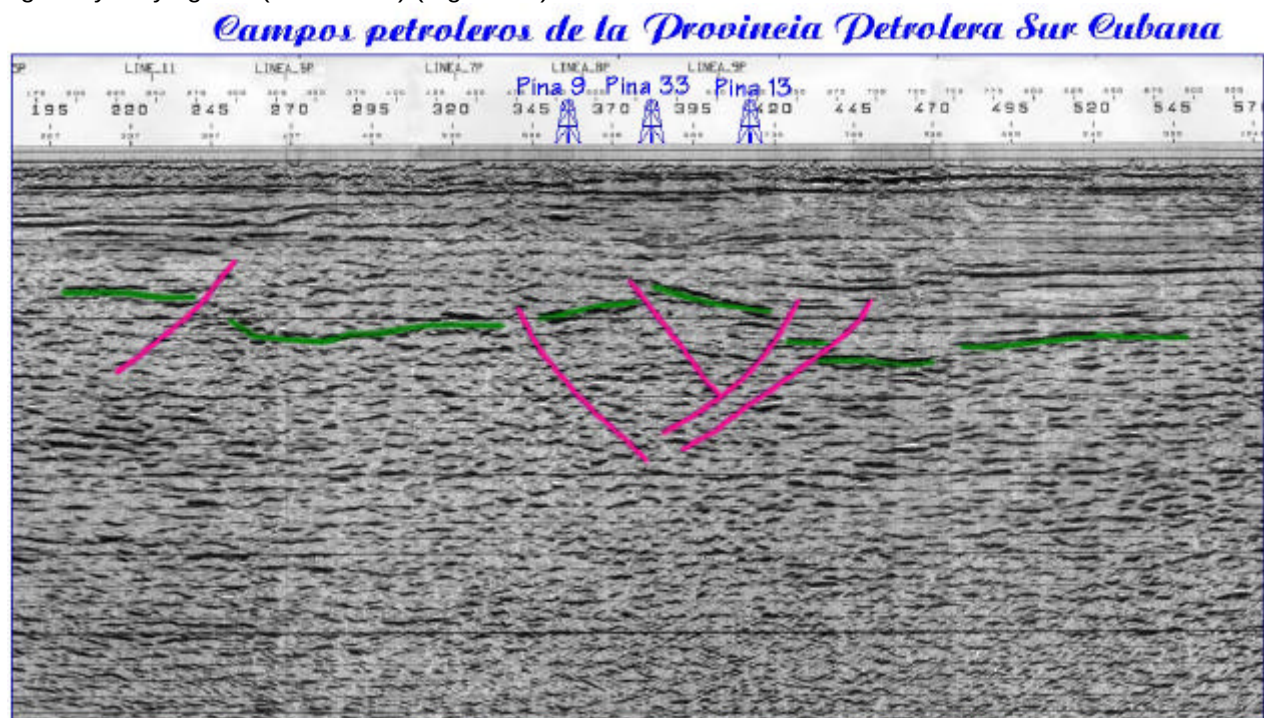


Fig. 20

LA EXPLORACION PETROLERA POR DEBAJO DEL CINTURON OFIOLITICO: UN RETO INAPLAZABLE..

Definido como límite o frontera geológica entre la PPNC y la PPSC, lo cierto es que precisamente en este cinturón, plegado y sobrecoorado, es donde se han encontrado las evidencias más directas de crudos ligeros y superligeros (>40^o API).

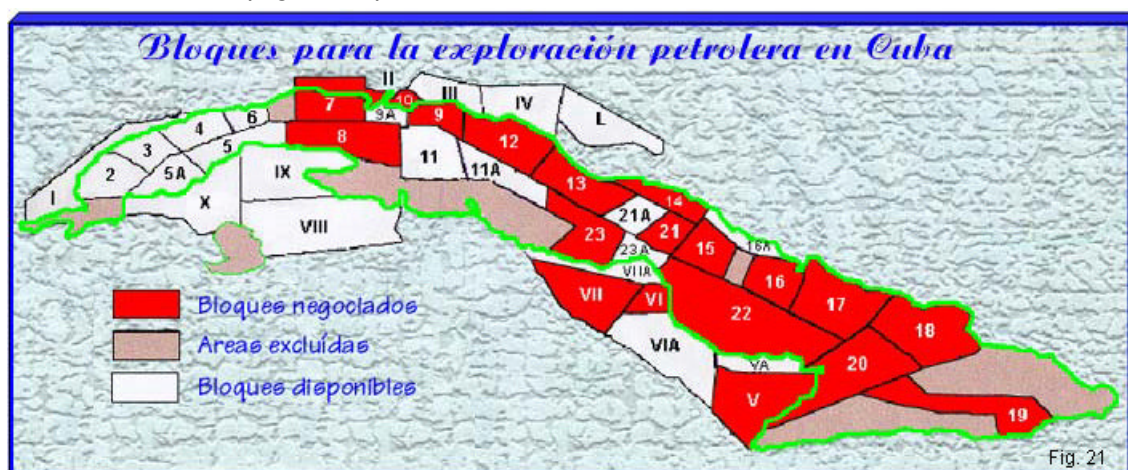
Cuba es uno de los pocos casos en el mundo que tiene producción industrial en las ofiolitas fracturadas. En este cinturón se descubrieron los pequeños yacimientos Motembo y Jarahueca con una producción acumulada de 8,0 millones de barriles. Muy próximos a este cinturón pero con producción en reservorios volcánicos igualmente fracturados fueron descubiertos los campos Cantel, Cristales y Pina con crudos medianos y ligeros (25-40^o API).

Los horizontes productores yacen a 0,3-1,2 km e increíblemente los crudos no están biodegradados, a pesar de estar en posiciones hipsométricas más altas. Desde nuestro punto de vista, este fenómeno está relacionado con una migración activa actualmente según la cual los flujos de crudos ligeros y superligeros, generados en la roca madre subyacente, se desplazan lateral y verticalmente hacia las trampas superiores.

La exploración de petróleo sobre este cinturón y zonas aledañas constituye un verdadero reto. El alto grado de deformación tectónica y variación en la composición litológica del cinturón ofiolítico, limita considerablemente las posibilidades resolutorias de la sísmica para el mapeo de las trampas subyacentes asociadas a los sedimentos de la margen continental por lo cual resulta imprescindible desarrollar métodos exploratorios que combinen racionalmente las investigaciones geológico-geofísicas.

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS DE LA EXPLORACION PETROLERA.

Durante más de veinte años, Cuba desarrolló la exploración petrolera con financiamiento y medios tecnológicos del desaparecido campo socialista, principalmente de la Unión Soviética. A partir del año 1990, Cuba decidió desarrollar la actividad petrolera mediante la concertación de contratos de exploración a riesgo con firmas petroleras occidentales. Desde entonces, nuestro país ha participado en dos rondas de licitación internacional y el territorio ha sido dividido en un total de bloques, de ellos, están situados en el mar (Fig. No.21)



La modalidad de exploración a riesgo le ha permitido a nuestro país tener acceso a tecnologías de punta y a nuevas fuentes de financiamiento. En este contexto, se han adquirido alrededor de 10 mil kilómetros de nuevas líneas sísmicas en tierra firme y costa afuera. Más de veinte nuevos prospectos han sido revelados y en varios de ellos se ha desarrollado la perforación exploratoria obteniéndose dos nuevos descubrimientos que están en evaluación técnico-económica en estos momentos.

Las perspectivas petroleras del país son a corto y largo plazo.

Las perspectivas a corto plazo están relacionadas con el desarrollo del cinturón de crudos pesados ubicado en la costa norte de las provincias de La Habana y Matanzas. Se estima que en un plazo de tres-cuatro años las reservas probadas se tripliquen en este cinturón.

Las perspectivas a largo plazo están relacionadas con la exploración costa afuera, donde existen decenas de prospectos revelados por la sísmica pendientes de perforación, y con la exploración de los prospectos que yacen debajo del cinturón ofiolítico.

CONCLUSIONES

1. El archipiélago cubano es un cinturón plegado y sobrecorrado (Mz) con un estilo tectónico alpino.
2. En la PPNC se ha demostrado la presencia de los sedimentos de la margen continental ($J-K_2^{tur}$) recubiertos por la cuenca del antepaís ($K_2^{cp}-Q$).
3. En la PPSC se desarrollaron los arcos volcánicos y el cinturón ofiolítico, emplazados sobre la margen continental a través de un cabalgamiento profundo ($K_2^m-P_2$).
4. En las dos provincias petroleras existen todos los elementos que conforman el sistema petrolero.
5. En la PPNC existen condiciones geólogo-geoquímicas favorables para la formación de crudos pesados por efecto de la biodegradación, mientras que en la PPSC y debajo del cinturón ofiolítico existen magníficas condiciones para el hallazgo de crudos ligeros.
6. En ambas provincias, costa afuera, se han detectado estructuras anticlinales y trampas litológicas que por sus dimensiones pueden convertirse en campos gigantes.
7. Cuba no sólo es la llave de las Américas por su posición geográfica. Es también una región petrolera con una estructura geológica que despierta la pasión de los profesionales que la visitan y la consagración de los geólogos exploradores cubanos. Los grandes descubrimientos aún están por llegar, pero llegarán inexorablemente, es sólo cuestión de tiempo y financiamiento para las inversiones en la exploración, desarrollo e infraestructura.

BIBLIOGRAFÍA

- ALVAREZ-CASTRO J. et al., 1995. Evaluación del potencial de exploración de los bloques 20, V, VI y VII. Reporte inédito. Archivo CEINPET.
- BUFFLER, R.T. et al., 1990. Crustal types and northwest trending structural features: Constraints on reconstructing the Gulf of Mexico. Abstracts with programs, Geol.Soc.Am.v.22, no.7, p.A186.
- CAMPOS, P.G. et al., 1993. Marcadores geoquímicos en los extractos y petróleos de los yacimientos Boca de Jaruco y Varadero. Memorias QUIMINDUSTRIA'93, La Habana, Cuba.
- ECHEVARRÍA-RODRÍGUEZ, G. et al., 1991. Oil and gas exploration in Cuba. Journal of Petroleum Geology., v.14, no.3, p.259-274.
- FURRAZOLA-BERMUDEZ, G. et al., 1964. Geología de Cuba. ICRM, 239 p. La Habana.
- ITURRALDE-VINENT, M. 1978. Los movimientos tectónicos de la etapa de desarrollo platafórmico de Cuba. Geotektonics (4): 63-76, Moscú.
- KLESHEV, K.A. et al., 1975. Evaluación de las perspectivas gasopetrolíferas de Cuba y su plataforma insular. Reporte inédito. Archivo CEINPET.
- MEYERHOFF, A.A. et al., 1974. Bahamas salient of North América: tectonic framework, stratigraphy and petroleum potential. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol., v. 58, no.6, p 1202-1239.
- OTERO-MARRERO, R. et al., 1994. Mapa de espesores de la corteza terrestre de Cuba y su plataforma marina. II Congreso Cubano de Geología. Santiago de Cuba, p.83.
- RODRÍGUEZ-HERNANDEZ, R. et al., 1989. Pronóstico de la presencia de estructuras arrecifales y salinas en la plataforma marina septentrional de Cuba. Serie Geológica, p.92-129, La Habana.
- RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, R. et al., 1995. Deep geological structure of the southern shelf of Cuba. New implications. Abstracts, AAPG Annual Convention, 5-8 March, Houston, Texas.
- SHEIN, V.S. et al., 1985. Mapa tectónico de Cuba. Rev. Tecnológica, v.15, no.1, p.37-39.
- SIMON PETROLEUM TECHNOLOGY LIMITET/CUPET, 1993. The Geology and hydrocarbon potential of the Republic of Cuba. Proprietary report.
- SOCORRO-TRUJILLO, R. et al., 1995. Wrench tectonics in the geology of Cuba. Abstracts, 14th Caribbean Geol. Conf., Trinidad and Tobago.
- TENREYRO-PEREZ, R. et al., 1994. Geologic evolution and structural geology of Cuba. Abstracts, AAPG Annual Meeting, 12-15 june, Denver, Colorado.