



## RESULTADOS DE LAS ULTIMAS INVESTIGACIONES GEOFISICAS PARA PETROLEO LLEVADAS A CABO EN LA CUENCA SUR DE CUBA ORIENTAL.

René B. Domínguez Garcés\*, Pilar Abalí\*, Sonia Toucet\*, José Prol\*, G. Miró\*\*

\*Empresa de Geofísica, CUPET. Calle 19 # 910 e/ 6 y 8. Vedado, C. Habana. Cuba.

\*\* Instituto Superior Politécnico José. A. Echeverría.

**Abstract:** *The result of the latest geophysical surveys carried out on south - eastern cuban basin.* A great back-arc basin has developed to the southeastern shelf of Cuban Island. More than 5-6 km of sedimentary thickness are supposed to exist here, taking on count the last seismic surveys carried out in order to exploration for oil and gas during the last years.

From the geological point of view this basin is located southern of the volcanic terrain named "Zaza", and it includes a marine area: Guacanayabos and Ana María Gulfs and Cauto Basin, on land. Terrigenous and carbonate-terrigenous rocks and some others, such as volcanic-sedimentary deposits, build the infill of the basin, which have been mainly deposited in an abroad environment. At the present they are not as deformed as the northern part of the island, where the continental margin rocks show a great degree of compression.

A good characterization of this kind of deposits has been possible from the seismic lines. A group of structural deformations occurred during the Oligocene - Miocene transurrence stage, seems to be present from those data. The influence of a volcanic event which took place to the southern of the basin during the Paleocene is observed on the morphology and the lithological constitution of this territory. Tectonical events occur from diverse nature. Several type of movements have occurred along different faults. Even now this is an active tectonical region. For this reason we can find on the seismic records, different structures that could be oil and gas potential targets, both for cretacic and for paleogenic level.

### Introducción.

El presente trabajo se refiere al estudio las cuencas: Ana María -Vertientes y, Guacanayabo - Cauto. Ellas ocupan toda la parte sur de Cuba Oriental que incluye a las provincias de Camagüey, Las tunas y Granma. La mayor parte de este territorio se encuentra en el mar y el resto en tierra firme. Aquí se han realizado varias campañas sísmicas 2D que han dado como resultado el reconocimiento de

los dos posibles plays de mayor interés petrolero en este territorio. También se ha detectado una gran variedad de formas geométricas que pueden constituir trampas gasopetrolíferas, tanto estratigráficas como estructurales. Algunos de estos objetivos se encuentran ya en fase de perforación.

### Antecedentes.

El modelo geológico regional elaborado en el Centro de Investigaciones del Petróleo de Cuba (CEINPET) en 1993, plantea que en la Cuenca del Cauto hay una coincidencia espacial, de dos cuencas de retro-arco, una cretácica y otra paleógena. Esto justifica la existencia de un gran espesor de sedimentos, que de acuerdo a nuestros datos sísmicos puede sobrepasar los 6 km. Se supone que en el corte del Cretácico de las restantes cuencas deben predominar potentes facies de retroarco, cuya parte superior ha sido descubierta en las perforaciones realizadas en el Golfo de Ana María. Este criterio es muy importante a los efectos de la exploración petrolera.

Al norte de esta gran región están los amplios afloramientos de secuencias vulcanógenas correspondientes al arco volcánico del Cretácico y las ofiolitas "Terreno Zaza" que se encuentra en posición alóctona sobre las unidades del margen continental y se extiende prácticamente a todo lo largo del eje central de la isla. Al sur de la llanura del río Cauto se ubica el borde norte de lo que fue el arco magmático del Paleógeno, cuya mayor parte fue desplazada al Este por la falla Oriente durante el Oligoceno - Mioceno.

En la cuenca del Cauto - Guacanayabo (extremo Este del área) se han perforado más de una decena de pozos. Sin embargo en ellos no se han descubierto rocas de edades más antiguas que las del Paleoceno Inferior y Medio, que fueron reportadas en el pozo Manzanillo 1, a 1504 m de profundidad. El Cretácico fue descubierto

en el Golfo de Ana María (extremo occidental) por tres perforaciones profundas.

### Interpretación de los campos potenciales.

Para el estudio de esta región contamos con los mapas de Anomalía de Bouguer a escala 1:100 000, los cuales reflejan la existencia de un gran mínimo regional que se extiende al sudeste de la isla de Cuba y abarca la región de los Golfos de Ana María y Guacanayabo y se extiende en dirección onshore por la mayor parte de la costa sur de la Provincia de Camagüey, Las Tunas y toda la llanura del río Cauto. El mínimo gravimétrico está ocasionado por potentes espesores sedimentarios que predominan en esta región. El mínimo se interrumpe por algunas zonas de máximo que están asociadas presumiblemente con las elevaciones de bloques de rocas volcánicas del Terreno Zaza, que predominan al norte de las cuencas sedimentarias. En la zona oriental se destaca el máximo de la Sierra Maestra, provocado por los cuerpos Volcánicos del Paleógeno así como por el ascenso del basamento. En los mapas magnéticos de  $\Delta t$ , estos sectores se caracterizan por un campo muy alterado.

### Interpretación sísmica.

Los resultados obtenidos están basados en la interpretación de una gran cantidad de líneas sísmicas 2D disparadas en varias etapas. La imagen obtenida nos permite diferenciar varias unidades sismoestratigráficas, que incluyen diferentes secuencias deposicionales. Estas varían lateralmente en correspondencia con los cambios faciales que caracterizan a cada uno de los pisos estratigráficos. Los complejos se pueden separar a partir de discordancias que han sido correlacionadas en casi toda la red de líneas sísmicas.

La primera unidad sismoestratigráfica corresponde a los depósitos del Neógeno-Cuaternario. La misma está caracterizada por elementos de reflexión prácticamente horizontales de alta frecuencia y débilmente resaltados, pero extensos, que indican una deposición muy tranquila fundamentalmente en los pisos superiores. Dentro de esta unidad se destaca como horizonte fundamental, la discordancia del Mioceno Medio, que tiene un carácter regional.

La segunda unidad sismoestratigráfica comprende todos los depósitos del Paleógeno. La

presencia de estas rocas por debajo de la Cuenca ha sido demostrada por todas las perforaciones que se han realizado en esta región: sin embargo, estas presentan variaciones faciales de Este a Oeste. En la zona del Cauto se observan facies sedimentarias asociadas a los terrenos volcánicos del sur, cuyas secuencias deposicionales se caracterizan por una buena cantidad de elementos de reflexión con patrones sigmoidales, que varían a clinomorfos en las rocas del arco volcánico del Paleógeno. Hacia las cuencas más Occidentales el patrón de elementos de reflexión indica la presencia de depósitos de alta energía, formados en ambiente subplatafórmico. Dentro del Paleógeno se correlacionaron las siguientes fronteras:

- ◆ Base del Oligoceno.
- ◆ Discordancia del Eoceno Medio.
- ◆ Tope del Paleoceno.

La tercera unidad sismoestratigráfica corresponde al nivel Cretácico. La frontera que se correlacionó como tope de esta unidad se localiza en la mayor parte de las líneas sísmicas, con diferente grado de seguridad. En todos los casos este horizonte marca un cambio en la calidad del cuadro ondulatorio. Por debajo de ella la información es menos nítida. Los elementos de reflexión continúan apareciendo, pero estos son difíciles de correlacionar en largos tramos de los perfiles, este corte parece pertenecer a una cuenca sedimentaria que se extiende, incluso hasta el extremo sur de las líneas, por lo cual podemos inferir que el límite meridional de la cuenca cretácica no se encuentra dentro de los límites del sector estudiado sino más al sur, lo cual indica que estamos en presencia de un área de exploración de bastas dimensiones.

El Cretácico no ha sido cortado por ninguno de los pozos que están perforados en la Cuenca del Cauto. En el Golfo de Ana María si fueron cortadas en un pozo secuencias representativas de la cuenca de retroarco del Cretácico del oriente cubano.

### Resultados geológicos.

Según se puede deducir por el estudio tanto de la sísmica, como de los campos potenciales, los datos de los pozos y de los afloramientos en esta región se destacan tres elementos tectónicos principales. Estos son:

- ◆ Cuenca Intra arco Ana María - Vertientes.
- ◆ Cuenca de Retroarco Guacanayabo - Cauto.
- ◆ Bloque elevado Cacique.

Este último elemento tectónico es un macizo compuesto por rocas ofiolíticas y volcánicas, que en estos momentos no constituye un objetivo de búsqueda. Por su importancia en la prospección petrolera hemos centrado nuestra atención en las zonas de cuenca, ya que en ellas se concentran las mejores condiciones, no solo para la generación de hidrocarburos, sino también para el entrapamiento, ya que se ha localizado una gran variedad de formas geométricas que pueden ser posibles estructuras petroleras.

El origen de las mencionadas cuencas está asociado a fallamientos extensionales que posiblemente comenzaron a ocurrir en la zona dorsal del arco Cretácico durante la etapa final de su formación y se mantuvieron activas incluso en el Paleoceno y Eoceno. Sin embargo, a partir del Oligoceno la tectónica transcurrente modificó todo el diseño anterior y se originaron nuevas deformaciones, producto de fenómenos transpresionales que ocasionaron la formación de anticlinales que involucran a varios niveles del corte estratigráfico. De esta manera quedaron garantizadas las estructuras y las vías de migración. Las fallas transcurrentes tienen dirección SW - NE (Sistema Cauto - Nipe) y las de la última etapa, W - E (Sistema Oriente).

♦ Cuenca Ana María - Vertientes.

La mayor parte de la cuenca intra arco se encuentra en el mar (Ana María) y solo su extremo Este, en tierra firme (Vertientes). Los depósitos del Terciario que se han conocido por las perforaciones marinas son fundamentalmente rocas carbonatadas y arcillosas y algunas han sido reconocidas como buenos sellos, especialmente las del Eoceno Inferior.

En el Cretácico se han descubierto secuencias pre-arrecifales del Campaniano - Maestrichtiano, así como arcillas con abundante aporte vulcanógeno con manifestaciones de hidrocarburos. Este es el intervalo de mayor interés gasopetrolífero.

La estructura de esta cuenca es muy tranquila y por lo general solo se observan plegamientos suaves y fallas extensionales de dirección meridional, que son más claras por la frontera tope del Cretácico. Hacia el Este, la depresión está limitada por la falla transcurrente sinistral "Camagüey". En este extremo de la depresión, (Vertientes) hay dos anticlinales wrench asociados a dicha falla, los cuales pasarán próximamente a la etapa de perforación, para

investigar el play del tope del Cretácico donde deben cortarse brechas calcáreas del Maestrichtiano y secuencias pre-arrecifales de la Formación Jimaguayú, conocidas por aforamientos. Al Este de la mencionada falla aparece el Bloque elevado Cacique, que separa a toda esta gran depresión de su vecina del Sudeste: Guacanayabo - Cauto.

♦ Cuenca Guacanayabo - Cauto.

En esta depresión se observa un mayor desarrollo de las secuencias del Terciario que en la anterior. Dentro del Eoceno Medio se conocen facies pre-arrecifales, cortadas por los pozos del sur. En los cortes sísmicos se notan varios tipos de anomalías de velocidades que inicialmente se asociaron a arrecifes de esta edad. Recientemente se perforó una de ellas y se descubrió un lente de rocas vulcanógeno - sedimentarias de matriz arenosa. Por este motivo se impone una nueva caracterización de estas zonas anómalas ya que no se descarta todavía la presencia de arrecifes en este intervalo estratigráfico, pues las formaciones Rihito y Charco Redondo contienen este tipo de depósito.

En el Cretácico se observa una interesante estructura de horsts y gravens, los cuales han sido rediseñados en el Oligoceno por las fallas transcurrentes del sistema Cauto - Nipe. En algunos lugares se formaron hundimientos pull - apart, pero en otros se formaron anticlinales en escalón que son potenciales trampas tectónicas de hidrocarburos. Otro factor formador de estructura debe haber sido el esfuerzo compresivo de dirección Sur - Norte ocurrido como consecuencia del desplazamiento sinistral de la falla Oriente, el cual contribuyó a la elevación del bloque de la Sierra Maestra, proceso que se vio favorecido por la ocurrencia de fallas secundarias dispuestas en forma de abanico. Si la cuenca de retroarco del Cretácico se extiende por debajo de la Sierra Maestra, sería entonces factible la presencia de estructuras de interés gasopetrolífero tanto en los bordes de estas elevaciones como por debajo de ellas. Pero esto es un punto que está lejos de ser demostrado debido al difícil acceso que presenta esta región.

La gran incógnita que presenta la exploración petrolera en esta región es que no se ha probado la presencia de una roca generadora de petróleo que pueda abastecer las numerosas estructuras

que han sido detectadas por la sísmica. Sin embargo la presencia de manifestaciones de petróleo y gas en los pozos del Golfo de Ana María es un factor alentador en este sentido. De las líneas sísmicas se pudiera deducir que la discordancia que se observa por debajo del tope del Cretácico puede corresponder al Cenomaniano - Turoniano, el cual es un nivel de rocas generadoras de petróleo a nivel mundial. Al sur de la Sierra Maestra afloran secuencias carbonatadas de esta edad, pero su potencial generador no ha podido ser establecido hasta este momento.

#### Conclusiones.

1. En la región de estudio se han observado espesores sedimentarios que parecen superar los 5 - 6 km, lo cual es suficiente para que haya existido generación de petróleo.
2. Dentro del mínimo gravitacional regional presentan especial interés los máximos locales débiles, por estar generalmente asociados al ascenso de las rocas cretácicas de la cuenca de retroarco, bajo la cubierta terciaria. Este criterio está respaldado por los resultados de la sísmica, ya que las zonas elevadas que se observan en la mayoría de los casos, coinciden con ese tipo de anomalías.
3. En la región estudiada hay predominio de la tectónica transcurrente. Las fallas de este tipo determinan la existencia de bloques elevados por basculamiento, que son potenciales objetivos para continuar la búsqueda de hidrocarburos.
4. A partir de los datos sísmicos se corroboran tres de los aspectos fundamentales del sistema petrolero:

estructuras, sellos, vías de migración. La existencia de rocas generadoras está por confirmar en el área. Posiblemente estas, estén relacionadas con la discordancia del Cenomaniano - Turoniano, que se piensa ha sido detectada en algunas líneas.

5. Según se observa, en el área existen al menos 4 tipos de trampas tectónicas y 4 tipos de trampas estratigráficas. Algunas, fundamentalmente las estratigráficas, se observan mejor en el Paleógeno de la zona oriental. En estos momentos consideramos las más importantes a las del Cretácico, que pueden ser tectónicas o mixtas.

#### Bibliografía.

- ♦ S. Toucet, R. Domínguez, 1995. *Informe sobre los resultados de los trabajos sísmicos realizados por la firma "Taurus Petroleum" en los golfos de Ana María y Guacanayabo.*
- ♦ J. Alvarez Castro 1994. *Caracterización geológica del Bloque 20.*
- ♦ CUPET 1994. *Monografía sobre la geología de Cuba y su potencial de hidrocarburos*
- ♦ R. Flores, G. Millán 1997. *Tectónica de Cuba Oriental.*
- ♦ R. García, O. Castro 1997. *Caracterización Geólogo-geofísica y posición estratigráfica de las rocas sellantes en la provincia gasopetrolífera sur cubana.*
- ♦ Brezsnysky K, J. Boros 1992. *El melange ofiolítico de Holguín y sus características estructurales.*
- ♦ G. Miró 1993. *Aplicación de los métodos geofísicos , morfométricos y de teledetección al estudio geológico de la Cuenca del Cauto.*