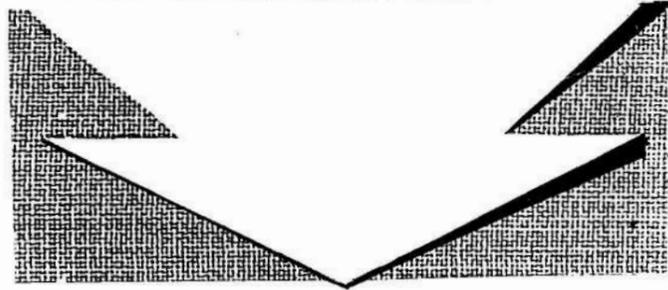


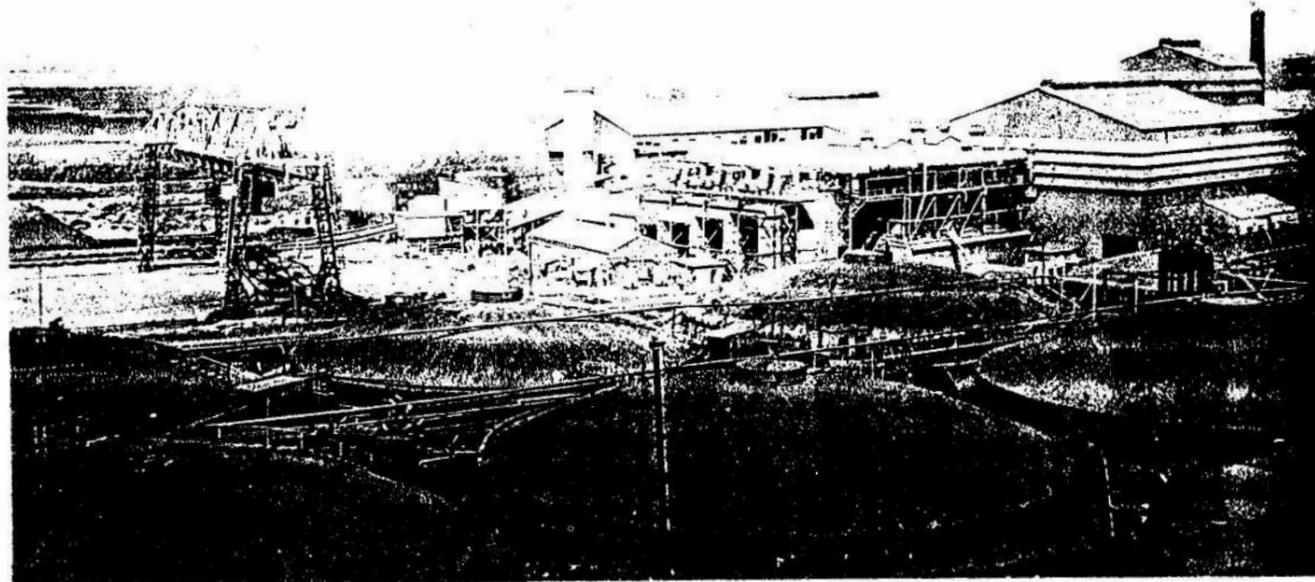
**¡Todo lo que usted necesita saber sobre protección y uso racional de los recursos!**



En el Instituto Superior Minero Metalúrgico funciona el "Centro de Estudios de Protección y Uso Racional de los recursos naturales el cual oferta:

- Cursos de Post-Grado
- Entrenamiento
- Consultoría
- Maestría
- Evaluación del Terreno
- Ensayos de laboratorio
- Asistencia Técnica
- Proyectos en Ingeniería Ambiental

**Visítenos y disfrutará del cálido sol caribeño**



## INVESTIGACIONES GEOLOGO-GEOFISICAS DE LA CUENCA DEL CAUTO CON FINES GASOPETROLIFEROS

Ing. Guillermo Miró Pagés

Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría  
Departamento de Geofísica

**RESUMEN:** Se expone una metodología para la elaboración y análisis de datos obtenidos a partir del sistema cosmo-aire-tierra-pozos, con vista a precisar y aumentar el conocimiento geológico de una región, delimitando sus zonas de mayor interés gasopetrolífero.

El área seleccionada para este estudio en escala 1:250 000 es la cuenca del Cauto, ubicada en la región oriental del país. Como resultado fundamental, quedó establecida la metodología para la elaboración de los datos referidos, y fueron ubicados en la región estudiada cinco sectores que presentan un gran interés potencial para el entrapamiento de hidrocarburos.

**ABSTRACT:** A methodology for the elaboration and analysis of the data obtained from the cosmos-atmosphere-land-wells system is presented. The purpose of such methodology is to improve the geological knowledge of a given region by determining the areal with the highest hydrocarbon potentials.

The major results obtained are related to the methodology established for the elaboration of the above mentioned data, and the location of five sectors in the area under study. That proved have great potentials for oil prospection studies.

El trabajo consiste en la reelaboración y comparación de acuerdo con un determinado orden metodológico, de todos los datos obtenidos en una misma región del país por diversas firmas y empresas de prospección, mediante métodos geólogo-geofísicos, morfométricos y teledetección a diversas escalas desde el cosmos, el aire, la superficie terrestre y en pozos.

El propósito principal de esta publicación es divulgar la metodología de investigación que fue empleada y los resultados principales obtenidos producto de su aplicación. La descripción detallada de las diferentes etapas de procesamiento e interpretación de los datos, rebasa el marco del presente artículo.

Es de significar que hasta el presente no había sido realizada una elaboración tan amplia con vistas a la prospección gasopetrolífera en la región objeto de estudio, que integrara de modo armonioso, consecutivo y coherente, desde las fotos de satélites, hasta las mediciones geofísicas aéreas, terrestres, marítimas y en pozos.

Históricamente el papel casi exclusivo en la prospección petrolera lo ha jugado el método sísmico, pero las complejas condiciones sismogeológicas que caracterizan nuestro territorio, aconsejan el análisis multilateral e integrado de todos los datos geólogo-geofísicos, con este fin, a los efectos de disminuir el grado de ambigüedad en la solución de la tarea inversa.

El enfoque multifacético constituye una tendencia moderna bien definida y avalada en los últimos años internacionalmente, en tanto que permite aumentar considerablemente la confiabilidad de las interpretaciones que son realizadas en la prospección gasopetrolífera.

Ninguna de las informaciones de partida empleadas en este trabajo, fueron obtenidas especialmente para el mismo, por lo que fue necesario consultar numerosos datos de archivo y procesar distintos mapas a diferentes escalas siguiendo una cierta consecutividad lógica.

El área seleccionada para la investigación fue la llamada Cuenca del Cauto que abarca una superficie de más de 8 000 km<sup>2</sup> y que está ubicada en el extremo oriental de nuestro país. Esta selección obedeció a que esta es una región insuficientemente estudiada, cuyas potencialidades gasopetrolíferas constituyen hoy en día un tema polémico y de gran interés económico.

Es innegable que esta región presenta algunas premisas interesantes en este sentido: un potente espesor (2,5 - 3,5 km) de rocas terrígeno-carbonatadas, existencia de trampas estructurales y estratigráficas, manifestaciones de hidrocarburos en varios de los pozos perforados, etc. Esta área fue objeto de atención por varias compañías petroleras extranjeras antes de 1959, con posterioridad, la investigación integral de la misma no había sido realizada, lo que fue tenido en cuenta en su selección como área de estudio.

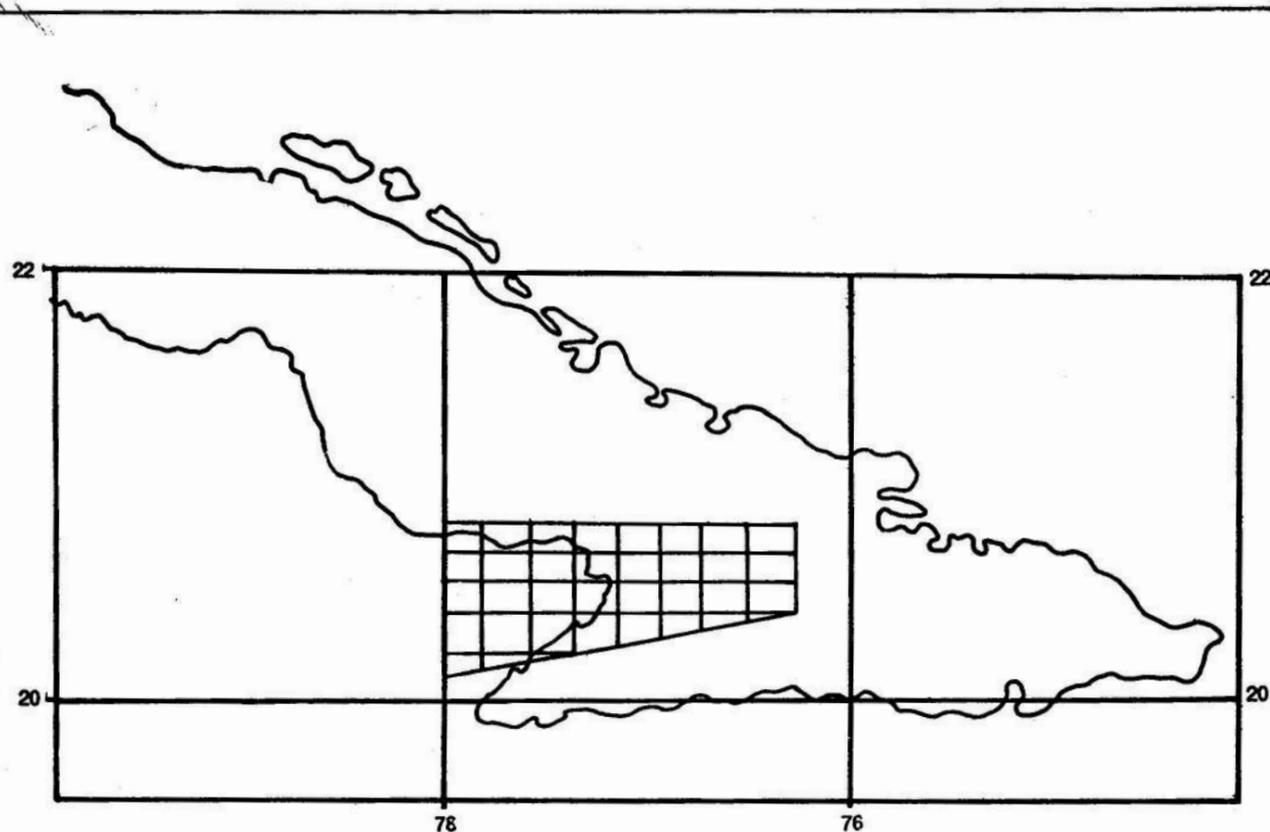


FIGURA 1. Ubicación de la cuenca del Cauto.

En relación con lo expuesto anteriormente, los objetivos fundamentales de este trabajo fueron los siguientes:

1. Demostrar la eficacia de la elaboración integrada de datos correspondientes al sistema de información cosmos, aire, tierra, pozos, no empleado hasta el presente para la prospección gasopetrolífera en nuestro país.
2. Establecer una metodología para la elaboración y análisis combinado de los datos geofísicos, morfométricos y de teledetección, disponibles sobre la cuenca

del Cauto y valorar su efecto informativo y económico en la misma.

3. Realizar la elaboración y análisis combinado de los datos geólogo-geofísicos de superficie, de pozos, teledetección y morfométricos, del área de la cuenca del Cauto, de acuerdo con la metodología establecida, a fin de precisar y ampliar la información disponible sobre las perspectivas gasopetrolíferas de esta región.
4. Establecer las posibles zonas de mayor interés para la presencia de yacimientos gasopetrolíferos en el área.

#### DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN REALIZADA

Inicialmente fue realizada la localización de toda la información sobre la región de la Cuenca del Cauto en diferentes dependencias de prospección geológica del país.

Varias firmas norteamericanas realizaron trabajos de exploración sísmica, principalmente por el Método de las Ondas Reflejadas, en diversos sectores del territorio investigado, lo que permitió caracterizar diversos complejos sismogeológicos en el corte de profundidad de la región. Con posterioridad a 1959, se han realizado en el área varias campañas de exploración sísmica por el Método de las Ondas de Cambio de los Terremotos, Refracción y Reflexión en su variante del Punto Común de Profundidad (MPCP),

que han permitido aumentar el grado de conocimiento sobre la constitución profunda del territorio.

Toda el área ha sido cubierta en escala 1:100 000, por la exploración gravimétrica, magnetométrica y aerogamma espectrométrica. Se cuenta así mismo, con diversos mapas geológicos, topográficos y numerosas fotos cósmicas y aéreas del territorio, estas últimas en escala 1:250 000 y 1:62 000 respectivamente.

En la región han sido perforados 17 pozos (figura 2); de los cuales el más profundo fue el Granma (H = 3 017 m). Ellos permiten investigar el corte de las rocas sedimentarias y efusivo-sedimentarias de edad Terciario y Cuaternario que rellenan la cuenca.

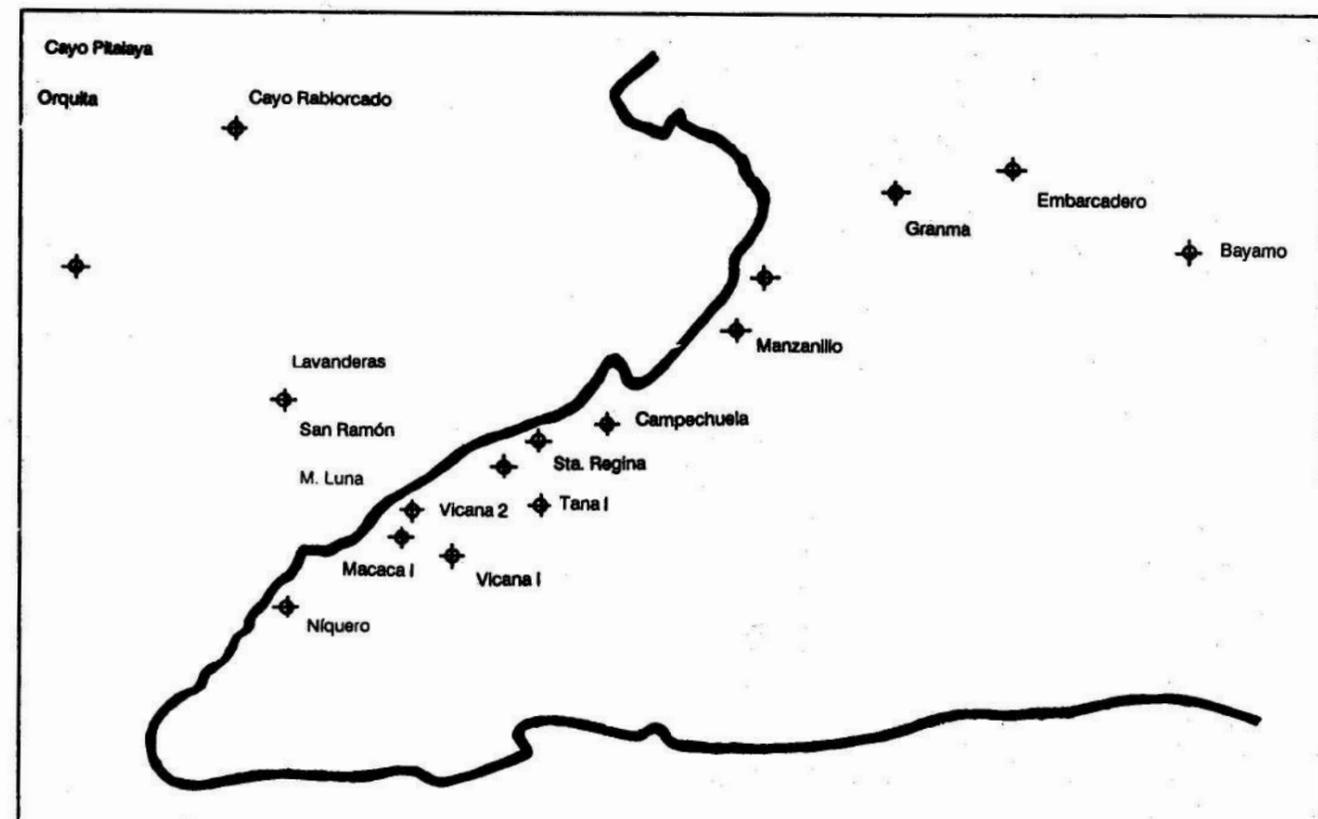


FIGURA 2. Pozos profundos perforados en la región.

En la figura 3 aparece el corte litoestratigráfico típico de la región, mediante la columna de uno de los pozos perforados en la misma.

Una vez analizada toda la información disponible fue concebida una metodología para elaborar en forma integrada, todos los datos, la que se expresa mediante el diagrama de bloques que aparece en la Figura 4. A continuación fue realizada la reelaboración matemática y el análisis de toda la información de acuerdo con la metodología establecida.

En esta etapa del trabajo fueron empleados varios programas modernos de computación, algunos de los cuales se elaboraron precisamente durante esta investigación. Se emplearon además diversas técnicas de modelación sísmica y gravimétrica, y se realizaron distintas transforma-

ciones matemáticas a los datos de partida a fin de elevar el grado de informatividad y resolución de estos.

Es de destacar la realización del análisis sismoestratigráfico de varios cortes de tiempo del MPCP, lo que arrojó nuevos datos de interés sobre el régimen de deposición de los sedimentos en el área.

Como resultado principal fue obtenido finalmente un nuevo esquema geofísico-estructural de la región de la Cuenca del Cauto en escala 1: 250 000, a partir de cuyo análisis fueron detectados cinco sectores en este territorio que presentan interés como áreas de posibles yacimientos gasopetrolíferos sobre la base del análisis del comportamiento integral de los indicadores considerados (Tabla 1) en comparación con la respuesta de los mismos en otras regiones del mundo que tienen una probada capacidad gasopetrolífera.

TABLA 1. Resultados del análisis combinado de los datos procesados (1:250 000)

Información procesada	Comportamiento cualitativo en cada sector				
	1	2	3	4	5
Fotos de satélites y aéreas	B	B	B	-	B
Mapa topográfico	B	+	+	-	B
Mapa gravimétrico	B	B	B	B	B
Mapa aeromagnético	B	B	B	B	+
Mapa y cortes sísmicos (reflexión y refracción)	B	B	-	B	-
Mapa aerogamma espectrométrico	B	B	B	-	-
Datos geólogo-geofísicos de pozos	B	+	-	-	-
Indicadores geológicos	B	B	B	B	B

Leyenda:

B: respuesta favorable

+: no da anomalías

-: no hay datos

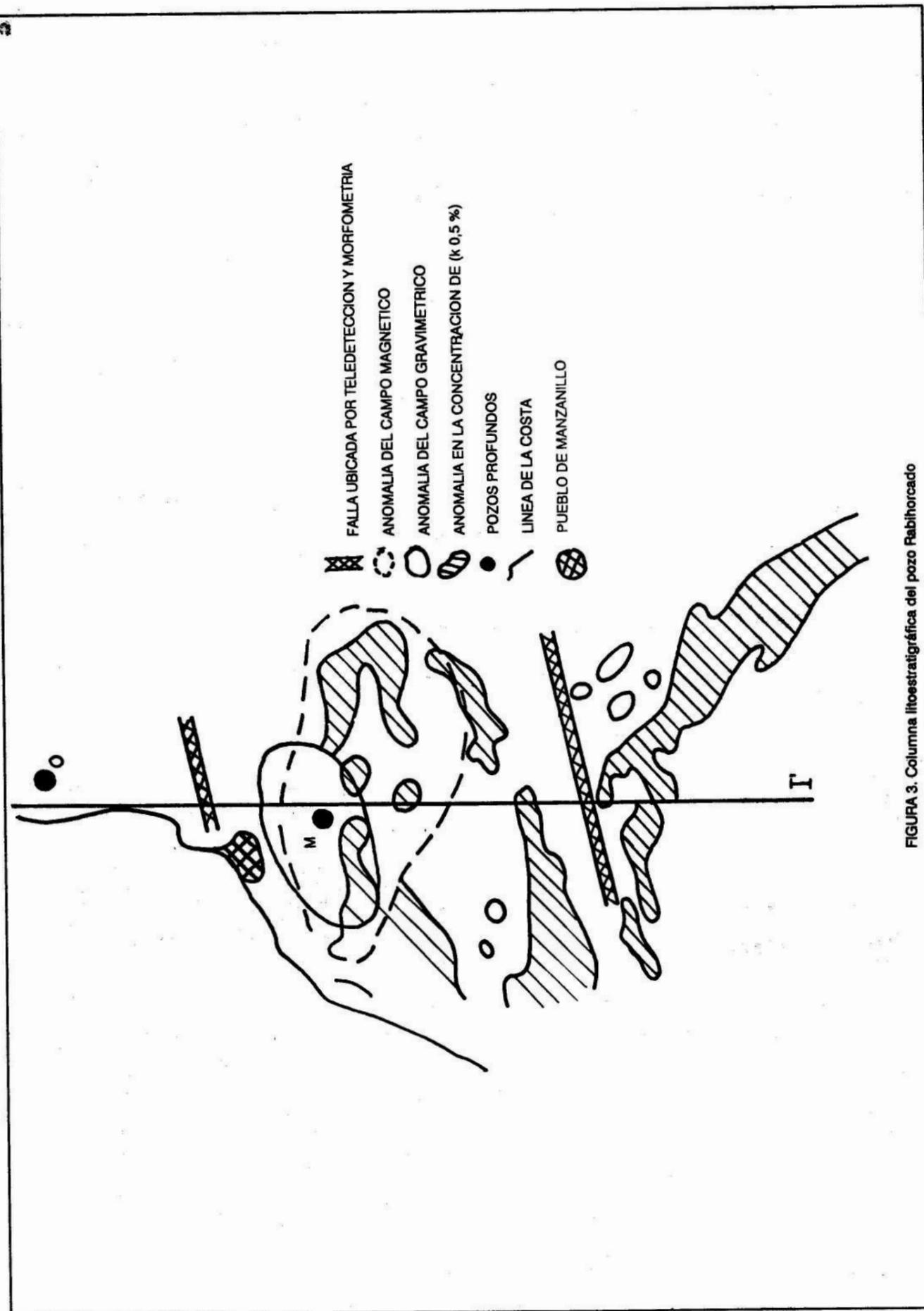


FIGURA 3. Columna litoestratigráfica del pozo Rabilhorcado

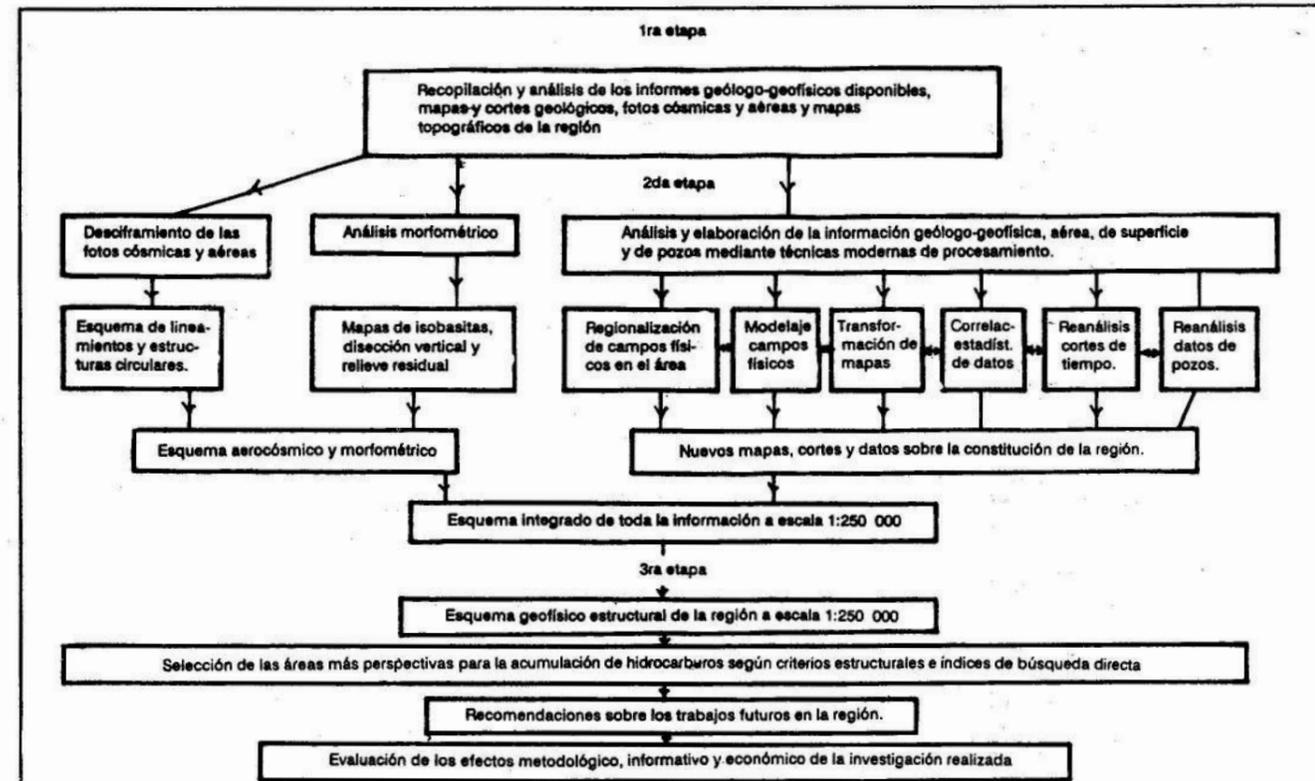


FIGURA 4. Diagrama de bloques

Como un criterio adicional, a fin de contar con posibles indicadores geoquímicos directos de la presencia de hidrocarburos en el subsuelo, en la parte final de la investigación, fueron utilizados los datos del levantamiento aerogamma espectrométrico en escala 1:50 000 realizado por el Ministerio de la Industria Básica de la República de Cuba hace varios años en esta región, con vista a la prospección de minerales sólidos.

Con este objetivo fueron empleadas las curvas isoanómalas de contenido de potasio, detectándose tres áreas de distribución de anomalías anulares de tales isolinéas, similares a las observadas sobre ciertos yacimientos gasopetrolíferos conocidos en diversas regiones del mundo [1,9,12,13].

Es importante resaltar que las tres áreas señaladas se localizan dentro de tres de los cinco sectores de interés que habían sido ubicados anteriormente, lo que le confiere a estas un interés adicional.

Los tres sectores abarcan en total un área aproximada de 400 km<sup>2</sup>; representando esta cifra alrededor del 10 % del área total terrestre de la cuenca inicialmente cubierta con esta investigación, lo que puso de manifiesto las posibilidades selectivas de la metodología de elaboración integrada que fue empleada para la localización de los sectores más interesantes.

Fueron objeto de una elaboración especial y más detallada todos los datos correspondientes al sector 1 que cubre un área aproximada de 65 km<sup>2</sup>, ubicado inmediatamente al sur del poblado denominado Manzanillo, por presentar este el mayor interés. Con este fin, fueron reelaborados todos los datos geofísicos, morfométricos y de teledetección existentes a lo largo del perfil I-I' de 26 km

de extensión (Figura 5), ubicado con una orientación norte sur dentro de este sector, detectándose cinco tramos con un comportamiento anómalo en los campos físicos, que guarda similitud con el comportamiento observado sobre diversos yacimientos gasopetrolíferos en el mundo.

Finalmente, a fin de verificar estos resultados, se procedió a localizar y reelaborar los datos geofísicos registrados a lo largo del pozo Manzanillo (3), el mismo se halla ubicado inmediatamente próximo al perfil referido, el cual fue perforado por campañas norteamericanas en 1956, alcanzando una profundidad de 1 981 m.

Como resultado de esta última elaboración, fueron detectados tres intervalos en el pozo, dentro de los cuales las curvas geofísicas presentan el comportamiento típico observado tradicionalmente entre las capas colectoras de hidrocarburos. Dos de ellos corresponden a rocas sedimentarias y efusivo-sedimentarias del Eoceno, mientras que el último corresponde a rocas predominantemente efusivas del Paleoceno.

Es de significar que la interpretación cuantitativa de los datos del carotaje en estos intervalos, revelan la presencia en ellos de propiedades colectoras de mucho interés gasopetrolífero.

Finalmente fue propuesta la realización de un cierto volumen de mediciones geólogo-geofísicas de detalle en las zonas de mayor interés, a fin de precisar los datos en una escala mayor como conclusión de las cuales pudieran microlocalizarse perforaciones de búsqueda.

Los resultados obtenidos avalan el poder informativo de la metodología de elaboración concebida y empleada en el curso de la presente investigación.

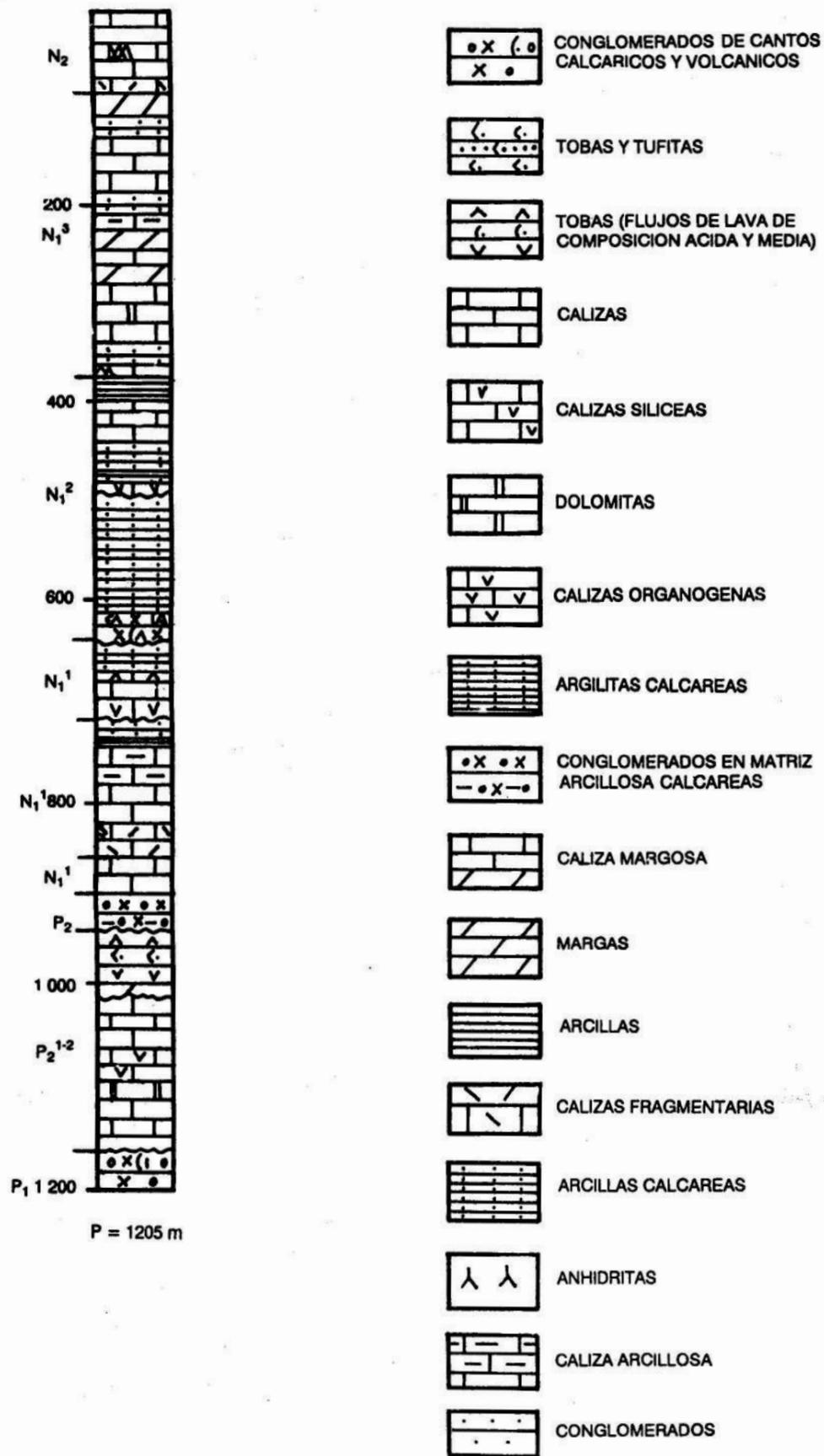


FIGURA 5. Ubicación del sector de interés

## CONCLUSIONES

Se arribó, como resultado de este trabajo, a las siguientes conclusiones:

Los sectores 1-5 presentan especial interés para futuras investigaciones de búsqueda y detalle en esta región, ya que en los mismos se manifiestan numerosos índices favorables para la presencia y acumulación de hidrocarburos.

Ha quedado evidenciada la eficacia de la elaboración integrada de datos para la investigación geológica, a partir del sistema cosmos, aire, tierra, pozos.

La reelaboración combinada de los datos geológico-geofísicos, de teledetección y morfométricos en escala

1:250 000 siguiendo el orden metodológico establecido en el diagrama de bloques que aparece en la Figura 4, ha permitido, sin necesidad de realizar nuevas y costosas mediciones de campo, precisar los datos disponibles sobre la constitución de la región de la cuenca del Cauto.

El empleo de la presente metodología, en otras cuencas sedimentarias superpuestas permitiría de forma similar, precisar sus rasgos tectónicos, ayudando a ubicar sus posibles sectores más interesantes, sobre la base de la reelaboración de datos de archivo con los consiguientes efectos informativos y económicos.

## REFERENCIAS

1. ALEKSEEV, F.A. y otros: *Empleo de métodos nucleares en la geología del petróleo y gas* (en ruso), Ed. Nedra, Moscú, 1973.
2. ALVAREZ, J. y otros: "Consideraciones geológicas acerca de las posibilidades de producción comercial de hidrocarburos en el área del Cauto", en *Tecnológica*, 1: pp. 33-58, 1968.
3. Anónimo: "Informe del carotaje en el pozo Manzanillo" (Inédito), *Fondo geológico nacional*, 1956.
4. BRODOVOI, A. y otros: "Resultados del levantamiento aéreo complejo del territorio de las provincias de Holguín y Granma", *Fondo geológico nacional*, Inv. 3737, 1989.
5. Colectivo de autores: *Métodos geoquímicos modernos para el diagnóstico de rocas generadoras de petróleo*, (en ruso), Editorial Nauka, Moscú, 1986.
6. Compañía TransCuba: "Investigación de Refracción en el pozo Manzanillo", (en inglés), *Fondo Geológico Nacional*, Dallas, Texas, USA, 1956.
7. ECHEVARRIA, G.: "Posibilidades petrolíferas del archipiélago cubano" en *Tecnológica*, 4, pp. 11-19, 1965.
8. ECHEVARRIA, G. y P. MACIAS: *Búsqueda y exploración de yacimientos de petróleo y gas*, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1980.
9. KILMER, C.: "Avances en la exploración radiométrica" (en inglés), en *Petróleo y Gas*, 84(24): 124-130, 1986.
10. MALOVICHKO, A. y otros: *Gravimetría detallada para petróleo y gas* (en ruso), Editorial Nedra, Moscú, 1989.
11. RODRIGUEZ, R. y otros: *Perspectivas gasopetrolíferas de la cuenca del Cauto*, CIDP, MINBAS, 1980.
12. SAUNDERS, D. y otros: "Relación de las anomalías normalizadas de torio y los datos radiométricos con las acumulaciones de petróleo" (en inglés), en *Geophysics*, 58(10), 1993.
13. ———: "Análisis de los datos radiométricos en Australia para la búsqueda de petróleo" (en inglés), en *Geophysics*, 59(3), 1994.
14. SLIEPACK, Z.M.: *Empleo de la prospección gravimétrica para la búsqueda de estructuras gasopetrolíferas* (en ruso), Ed. Nedra, Moscú, 1989.
15. TUCKER, P.M.: *Investigaciones gravimétricas y magnetométricas de la Cuenca del Cauto* (en inglés), Departamento de Geofísica del ISPJAE, 1947.
16. VERIOZKIN, V.M.: *Método del GTN en la prospección geofísica* (en ruso), Ed. Nedra, Moscú, 1988.

**MOA** La  
Región Minera  
de Cuba