

## Mapa de escenarios para la exploración de yacimientos de petróleo y gas de la República de Cuba

Yeniley Fajardo Fernández<sup>1</sup>, Juan Guillermo López Rivera<sup>2</sup>, Evelio Linares Cala<sup>3</sup>, Lorenza Mejías Rodríguez<sup>4</sup> y Orelvis Delgado López<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Licenciado en Geografía, Master en Negocios de Petróleo y Gas, Investigador Agregado, Centro de Investigación del Petróleo, Churruca No 481, El Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID: 0000-0002-5686-6490. Correo E: yeniley@ceinpet.cupet.cu

<sup>2</sup> Ingeniero Geólogo, Doctor en Ciencias Geológicas, Investigador Titular, Centro de Investigación del Petróleo, Churruca No 481, El Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID: 0000-0001-6004-6631. Correo E: lópez@ceinpet.cupet.cu

<sup>3</sup> Ingeniero Geólogo, Doctor en Ciencias Geológicas, Investigador Auxiliar, Centro de Investigación del Petróleo, Churruca No 481, El Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID: 0000-0003-1246-602X. Correo E: bello@ceinpet.cupet.cu

<sup>4</sup> Ingeniero Química, Master en Manejo Integrar de Zonas Costeras, Investigador Agregado, Centro de Investigación del Petróleo, Churruca No 481, El Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID: 0000-0001-9603-1853. Correo E: lorenza@ceinpet.cupet.cu.

<sup>5</sup> Ingeniero Geólogo, Master en Ciencias Geológicas, Investigador Agregado, Centro de Investigación del Petróleo, Churruca No 481, El Cerro, La Habana, Cuba C.P. 12000. ORCID: 0000-0003-2499-1550. Correo E: orelvis@ceinpet.cupet.cu

### RESUMEN

La evolución geológica del archipiélago cubano y sus mares adyacentes, dieron lugar a la formación de franjas y sectores denominados Escenario Exploratorio, en los que las perspectivas hidrocarburíferas son diferentes. Los mismos agrupan rocas de disímiles edades y variados ambientes geológicos que pueden constituir elementos demostrados de los sistemas petroleros conocidos en Cuba. Por ese motivo para la exploración petrolera es de gran interés la identificación y extensión de dichas franjas o sectores. El objetivo principal de este trabajo fue cartografiar los escenarios exploratorios existentes en Cuba, para la

búsqueda de petróleo y gas, a partir de la información geológico- petrolera disponible. Se emplearon métodos como la generalización y los análisis de superposición de capas en los Sistemas de Información Geográficas, apoyados por las investigaciones geológico-petroleras precedentes y los resultados alcanzados en el conocimiento de los criterios sobre el potencial petrolero. Se utilizó como material fundamental el Mapa de Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba, el Mapa de Zonificación de los Espesores Sedimentarios del Territorio de Cuba y sus Mares Adyacentes y el esquema simplificado con la clasificación

---

Fajardo-Fernández, Y., López-Rivera, J.G., Linares-Cala, E., Mejías-Rodríguez, L., Delgado-López, O., 2024, Mapa de escenarios para la exploración de yacimientos de petróleo y gas de la República de Cuba : Geociencias UO. v. 13, núm. 1, junio 2024. pp. 54-64.

genética, distribución y calidad de los petróleos cubanos. Como resultado se obtuvo el Mapa de Escenarios para la Exploración de Yacimientos de Petróleo y Gas, que mostró la extensión espacial de las cinco franjas que cubren el territorio nacional, así como su descripción.

**Palabras Clave:** mapa de escenarios exploratorios, yacimientos de petróleo y gas, dominios paleogeográficos, exploración petrolera.

#### ABSTRACT

The geological evolution of the Cuban archipelago and its adjacent seas gave rise to the formation of strips and sectors called Exploratory Scenario, in which the hydrocarbon prospects are different. They group rocks of different ages and varied geological environments that can constitute proven elements of the known petroleum systems in Cuba. For this reason, for oil exploration, the identification and extension of these strips or sectors is of great interest. The main objective of this work was to map the existing exploratory scenarios in Cuba, for the search for oil and gas, based on the available geological-petroleum information. Methods such as generalization and layer superposition analyzes were used in Geographic Information Systems, supported by previous geological-petroleum investigations and the results achieved in the knowledge of the criteria on oil potential. The Map of Paleogeographic Domains and Petrotectonic Groups of the Republic of Cuba, the Zoning Map of the Sedimentary Thicknesses of the Territory of Cuba and its Adjacent Seas and the simplified scheme with the genetic classification, distribution and quality of Cuban oils were used as fundamental material. As a result, the Scenario Map for the Exploration of Oil and Gas Deposits was obtained, which showed the spatial extension of the five strips that cover the national territory, as well as their description.

**Keywords:** map of exploratory scenarios, oil and gas deposits, paleogeographic domains, oil exploration.

#### RESUMO

A evolução geológica do arquipélago cubano e seus mares adjacentes deu origem à formação de faixas e setores denominados Cenário Exploratório, em que as perspectivas de hidrocarbonetos são diferentes. Eles agrupam rochas de idades diferentes e ambientes geológicos variados que podem ou não constituir elementos comprovados dos sistemas petrolíferos conhecidos em Cuba. Por isso, para a exploração de petróleo, a identificação e extensão dessas faixas ou setores é de grande interesse. O objetivo principal deste trabalho foi mapear os cenários exploratórios existentes em Cuba para a busca de petróleo e gás, com base nas informações de geólogos de petróleo disponíveis. Foram utilizados métodos como generalização e análise de superposição de camadas em Sistemas de Informação Geográfica, apoiados em investigações geólogo-petrolíferas anteriores e nos resultados alcançados no conhecimento dos critérios sobre potencial petrolífero. Foram utilizados como material fundamental o Mapa de Domínios Paleogeográficos e Conjuntos Petrotectônicos da República de Cuba o Mapa de Zoneamento de Espessura Sedimentar do Território de Cuba e seus Mares Adjacentes e o esquema simplificado com a classificação genética, distribuição e qualidade dos óleos. Como resultado, obteve-se o Mapa de Cenários de Exploração de Jazidas de Petróleo e Gás, que mostrou a extensão espacial das cinco faixas que abrangem o território nacional, bem como sua descrição.

**Palavras-chave:** mapa de cenários exploratórios, jazidas de petróleo e gás, domínios paleogeográficos, exploração de petróleo.

#### INTRODUCCIÓN

Se cumplen 150 años desde el descubrimiento de la primera acumulación de petróleo en Cuba, en 1872, en el Ingenio Economía, al sur del pueblo de Cantel en la provincia de Matanzas, (Linares *et al.*, 2011), asociada a rocas ofiolíticas y más de 100 años (1918), en que uno de los profetas de la geología petrolera norteamericana, De Golyer (1918) apuntaba:

Cuba es uno de los países del mundo con mayor cantidad de manifestaciones superficiales de petróleo. Estas indicaciones superficiales de petróleo a pesar de su exhibición en gran escala y en amplias áreas, no son, de ninguna manera por sí mismos un índice de la fuente de riqueza perspectiva, sino más bien un incentivo para andar con cautela y cuidadosos con la perforación. Los pozos que han sido perforados, a la par que demuestran, que producirán petróleo, pero de forma moderada y por poco tiempo, son una indicación importante, de precaución y estímulo, para los gastos en experimentos.

En el tiempo transcurrido desde los albores de la exploración petrolera en Cuba, se han realizado muchos trabajos de variados tipos e investigaciones, que han permitido alcanzar un grado de conocimiento y resultados prácticos en la exploración-producción de petróleo y gas, que avalan, por una parte, el alto potencial exploratorio que posee el territorio de Cuba y por otra, las enormes dificultades en la materialización del citado potencial petrolero. Hoy se conoce de la existencia de yacimientos muy pequeños, con menos de 10 millones de barriles de petróleo extraíbles, de yacimientos grandes y gigantes, con 500 y más millones de barriles extraíbles, como el de Varadero (López *et al.*, 2020), así como los escenarios geológicos donde se desarrollaron cada uno de ellos.

La evolución geológica del archipiélago cubano y sus mares adyacentes incluyeron diversos procesos (ruptura de PANGEA (J1-2), deriva (J3 – K2t), con la formación de los márgenes continentales, orogenia (K2cp- P22) con la formación de los Arcos Volcánicos del Cretácico y del Paleógeno. La colisión de los citados arcos volcánicos con el margen continental, que provocaron procesos de plegamiento y cabalgamiento, del arco volcánico y de parte del margen continental, el reajuste isostático de los bloques y procesos de transurrencia de los elementos geológicos, formados al final de la orogenia

(K2cp- P22) y en la postorogenia (P23-Q), que han dado como resultado, la formación de la compleja estructura geológica actual de la isla y sus mares adyacentes.

El orógeno cubano, dio lugar a la existencia de franjas y sectores, en los que las condiciones para la formación de yacimientos, los tipos de petróleos, los riesgos y las características económicas para la exploración son diferentes, de ahí la conceptualización del término de: Escenarios Exploratorios, que no son más que sectores con características específicas para la formación de tipos de yacimientos de petróleo y gas. Sobre la base de lo planteado anteriormente, surge la necesidad de definir y ubicar de manera espacial los escenarios exploratorios para petróleo y gas existentes en Cuba mediante un mapa único.

El mismo será capaz de transmitir información, de manera visual, que contribuya a optimizar el desarrollo del proceso investigativo en la exploración de hidrocarburos, así como a la realización de proyectos futuros.

El objetivo del presente trabajo fue representar en un mapa los escenarios para la exploración de yacimientos de petróleo y gas en la República de Cuba.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó una gran cantidad de datos, informaciones y resultados de investigaciones temáticas, de trabajos geológico-geofísicos, de pozos perforados y de la geología del petróleo realizado en el entorno cubano, tales como:

- Mapa Geológico digital de La República de Cuba, escala 1:100000. Instituto de Geología y Paleontología-Servicio Geológico de Cuba (Colectivo de Autores, 2010).
- Mapa Geológico de la República de Cuba, escala 1:250000. Academia de Ciencia (Colectivo de Autores, 1988).
- Mapa digital de Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba (Fajardo *et al.* 2022).
- Mapa de zonificación de los espesores se-

dimentarios del territorio de Cuba y sus mares adyacentes (Prol *et al.* 2019).

- Mapa digital simplificado con la clasificación genética, distribución y calidad de los petróleos cubanos y diferentes secciones sísmicas y modelos exploratorios geológico-geoquímico (López, 2018).
- Secciones sísmicas terrestres y marinas de diferentes características técnicas, tecnologías y escalas, así como modelos exploratorios geológico-geoquímicos.

Se impone mencionar, que como método fundamental se empleó el análisis y la integración de los materiales recopilados mediante la superposición de capas. La sistematización de todos estos componentes se realizó sobre el Mapa de Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba (Fajardo *et al.* 2022) siendo esta la cartografía sobre la cual se derivó la delimitación de los escenarios que fueron definidos al emplear la generalización cartográfica dentro de este marco geológico y petrolero. La implementación de los datos e informaciones, el análisis de los mismos y la salida cartográfica final fueron resultados de la utilización del SIG QGIS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la información revisada, así como la superposición y la generalización cartográfica realizada, se definieron cinco escenarios exploratorios principales en Cuba:

**I** - Escenario donde los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano están protegidos por depósitos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neautóctono.

**II** - Escenario con sectores donde afloran los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano.

**III**- Escenario con desarrollo de sedimentos de cuenca del Margen Continental Norteamericano recubiertos por espesores del Arco

Volcánico Cretácico y las ofiolitas.

**IV**- Escenario con sectores de desarrollo de rocas de Plataforma Carbonatada y su periferia.

**V**- Escenario de rocas de cuencas profundas combinadas con las de retro-intra-arco, recubiertas por sedimentos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neautóctono de la mitad sur cubana.

El mapa de escenarios exploratorios para la búsqueda de yacimientos en el territorio de la República de Cuba (**Figura 1**), muestra las áreas que ocupan los cinco escenarios exploratorios principales. Estos escenarios se representaron sobre una base geológica simplificada en Dominios Paleogeográficos (DP), bajo premisa que este último es un mapa de análisis que será moldeado según los intereses de cada investigación para resaltar aquellos elementos de peso según los objetivos de la temática.

Además, en el mapa se observan otros elementos geológico-petroleros de gran valor como:

- La división condicional de las provincias petrolíferas Norte y Sur cubanas.
- El límite norte del orógeno cubano, representado por la zona frontal del cinturón plegado y cabalgado.
- Sectores de cuencas combinadas Cretácico-Cuaternarias, con sustrato del DP del Arco Volcánico Cretácico de la mitad sur de Cuba, contenidas dentro de los escenarios exploratorios.
- Principales yacimientos petroleros descubiertos y desarrollados en el país.
- La ubicación de importantes minas de asfaltitas.

## DESCRIPCIÓN DE LOS ESCENARIOS EXPLORATORIOS

A continuación, se describirán cada uno de estos escenarios, según el orden de potencialidad exploratoria, se comenzará por el de mayor importancia.



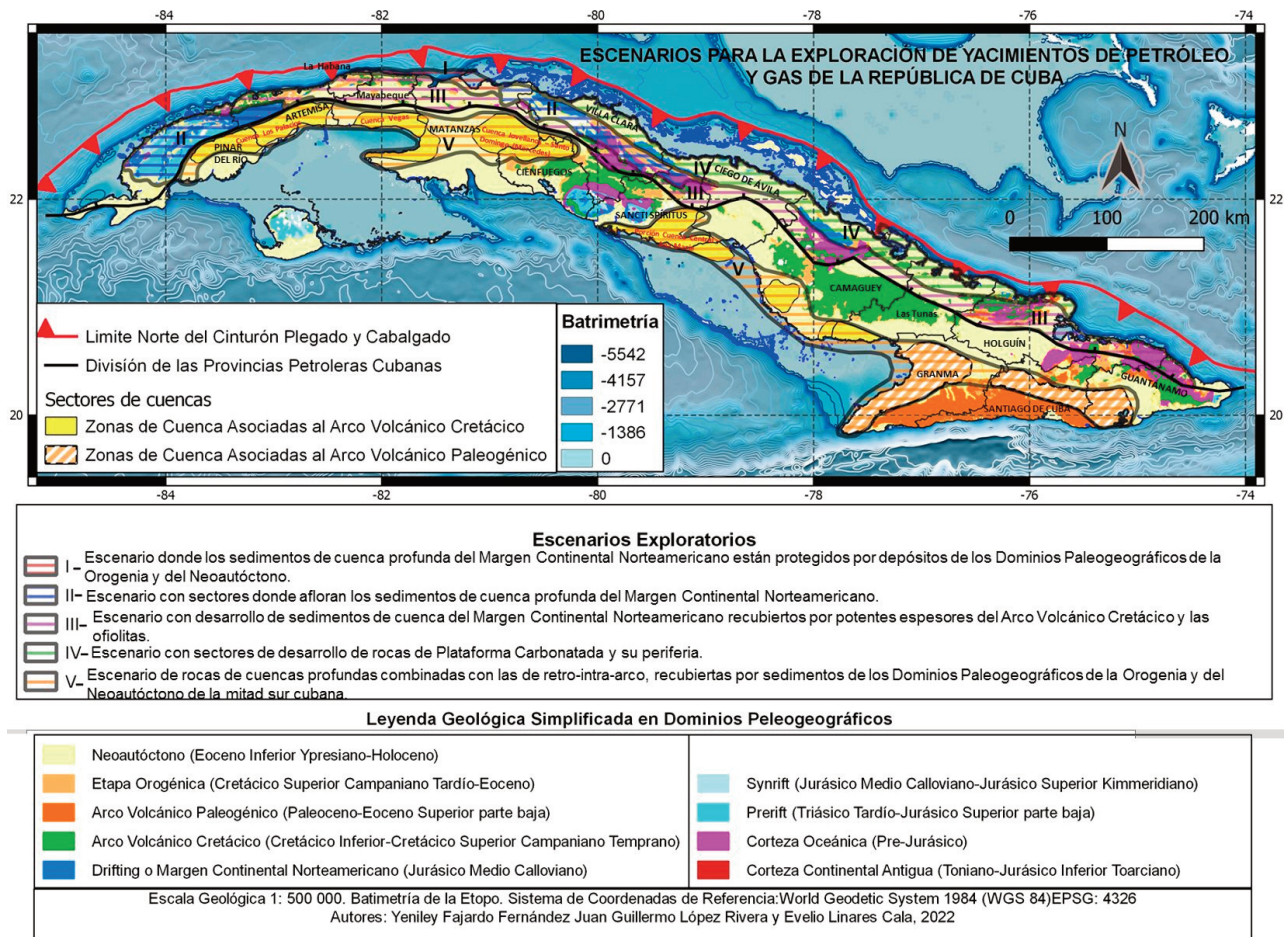
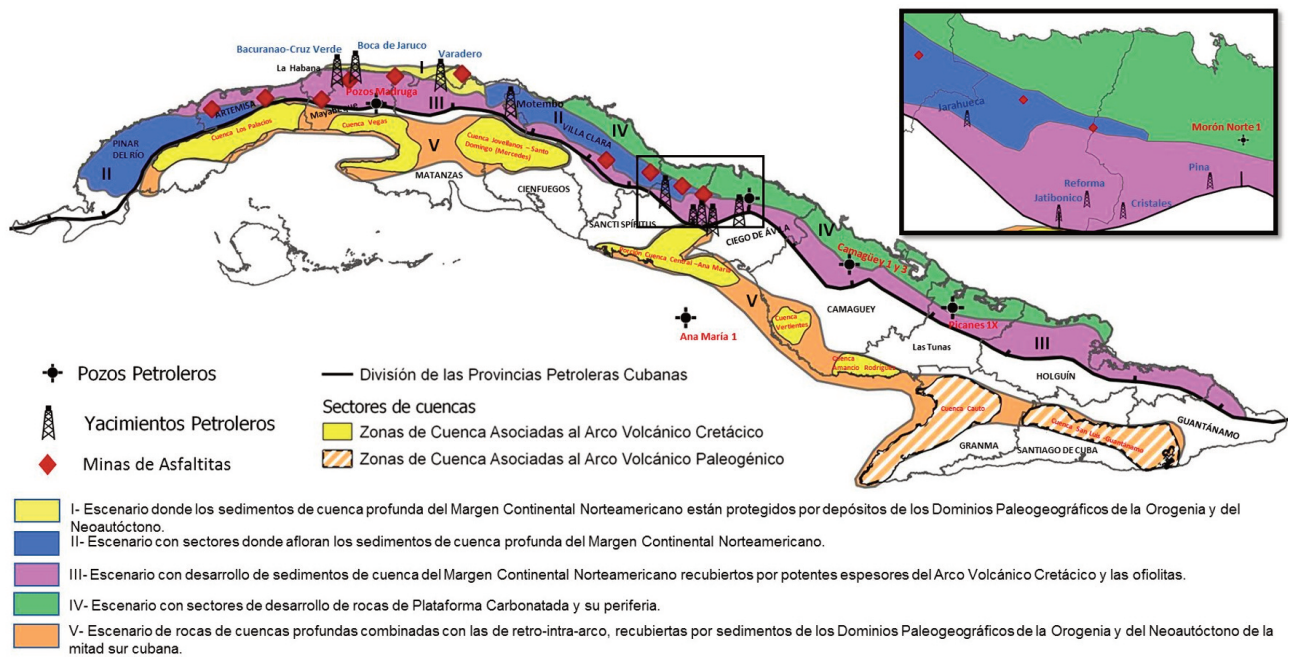


Figura 1. Mapa de escenarios para la exploración de yacimientos de petróleo y gas de la República de Cuba

**I. Escenario donde los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano están protegidos por depósitos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neoaútóctono.** Este escenario se ubica en la franja costera norte desde el este de la provincia de la Habana hasta Matanzas (Figura 2). En esta franja se han descubierto los yacimientos más importantes del país.

La columna geológica de este sector está representada por sedimentos de cuenca profunda carbonatado-arcillosos (J3-K1-2) del Margen Continental Norteamericano pertenecientes a las UTE Placetas, Camajuaní y Colorados con acumulaciones de petróleo, recubiertos por depósitos del DP de la Orogenia (K2cp-P22) y del Neoaútóctono (P22-Q).

El esquema del sistema petrolero que funciona aquí, corresponde al asociado a la Provincia Petrolífera Norte Cubana. Aquí es necesario resaltar dos aspectos importantes del mismo: el primero relacionado con la riqueza de sus rocas madre, rocas de cuenca del DP del Margen Continental Norteamericano, J3-K1, con valores de carbono orgánico total (COT) de alrededor del 13 por ciento, índices de productividad (S2) de hasta 93 kg de hidrocarburos ton/roca. El segundo aspecto está asociado a las excelentes condiciones para la formación de yacimientos imperantes aquí con una sincronía (*timing*) favorable de la generación, la migración y el entrapamiento de los hidrocarburos. Estas condiciones favorecieron la formación de yacimientos gigantes como Varadero



**Figura 2.** Esquema simplificado de los escenarios exploratorios y elementos petroleros

(Figura 2, yacimiento gigante. Tomado de López *et al.* 2020). Las bases de este sistema petrolero, que carga diferentes tipos de trampas, en la columna geológica, secuencias ofiolíticas, vulcanógeno-sedimentaria y sedimentos carbonatados del Jurásico Superior-Cretácico Turoniano) en general, son aplicables, con seguridad, para la mitad norte del país (en tierra) desde Los Arroyos de Mantua hasta Bahía de Nipe (demostrado por la existencia de yacimientos, manifestaciones de hidrocarburos (HC) en superficie y en los pozos perforados, así como de minas de asfaltitas).

## II. Escenario con sectores donde afloran los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano.

Existen en Cuba septentrional dos sectores con las características señaladas, uno ubicado en la mitad norte que se extiende por el oriente de Matanzas, la provincia de Villa Clara y Sancti Spíritus y otro ubicado en el sector norte de la provincia de Pinar del Río y parte de Artemisa (Figura 2).

En este escenario el corte geológico estaría conformado por dos partes: la superior, por mantos tectónicos de cuenca del J3-K que afloran y la inferior, representada por la UTE Coco Sur, rampa carbonatada, que recubre a los depósitos sincrónicos a la ruptura (*Synrift*) (modelo hipotético), lo que se infiere por la presencia de yacimientos, minas y manifestaciones en superficie y pozos petroleros.

La sección geológica de la parte superior del corte está expuesta en la superficie. Los sedimentos de cuenca del Margen Continental Norteamericano desde el Jurásico Superior

– Cretácico Albiano-Turoniano, afloran en bandas, separadas por depósitos del DP Orogenia del Campaniano-Eoceno Inferior y están ausentes o con muy poco espesor los depósitos del DP del Neotóctono. La característica señalada anteriormente, demuestra un nivel de erosión grande del primer nivel o nivel superior de los mantos tectónicos (que constituyen la parte esencial de los yacimientos descubiertos en el sector de Boca de Jaruco-Majaguillar). Por esta razón, pudieron haberse destruido los yaci-

mientos, que es probable que existieran aquí. No obstante, hacia abajo por el corte, es posible que estén presentes yacimientos importantes por las presencias de minas y manifestaciones superficiales y en pozos.

El sistema petrolero típico de estos sectores es igual al del escenario ubicado en el sector Boca de Jaruco-Majaguillar, el que existiría o no en dependencia de la profundidad de enterramiento y, por ende, de la maduración de la roca madre presente en el manto tectónico de cuenca en cuestión.

Para la parte inferior del corte, existe la posibilidad de plantear la presencia de dos sistemas petroleros especulativos (en especial para Cuba Norcentral): uno relacionado con la presencia de niveles de rocas madre asociadas a sedimentos carbonatados de edad K1cp–K2t). El segundo SP asociado a secuencias de la formación Cayo Coco (J3) y los terrígenos del Jurásico Inferior-Medio. Este último sistema petrolero representaría un riesgo muy alto, debido a la posible presencia de rocas madre y al gran grado de compactación que presentarían como consecuencia de la profundidad a que se encontrarían dichas secuencias (López, 2022).

### **III. Escenario con desarrollo de sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano recubiertos por potentes espesores del Arco Volcánico Cretácico y las ofiolitas.**

Este escenario está ubicado desde el noroeste de la provincia de Artemisa, hasta el sur de la Bahía de Nipe en la provincia de Holguín. La misma abarca una franja no uniforme de características sinuosas con un ancho que varía desde 10-15 km hasta 25-35 km (**Figura 1**).

En el corte geológico de este escenario, se destacan grandes espesores de los dominios paleogeográficos de la Corteza Oceánica y del Arco Volcánico Cretácico con su cubierta sedimentaria, que cubre sedimentos carbonatado-terrágeno y carbonatados, de edad J3 -K. Las rocas volcanitas y ofiolitas, pueden estar recubiertas por sedimentos de poco espesor de los dominios paleogeográficos de la Orogenia y del Neoautóctono (Linares y Fajardo., 2022).

En este escenario, el sistema petrolero (demostrado por la existencia de los yacimientos Jarahueca, Cristales, Jatibonico, Pina, Bacuranao-Cruz Verde, Motembo, minas e innumerables manifestaciones de petróleo y gas tanto en superficies como en pozos) sería similar al primer sistema descrito. La diferencia reside en que el papel de cubierta que hace madurar las rocas madre de cuenca, lo tienen en vez de los mantos de rocas del margen continental de tipo de cuenca, los potentes mantos tectónicos del DP del Arco Volcánico Cretácico. Por sus condiciones específicas, de acuerdo con los datos geoquímicos que se tienen, los petróleos en este escenario van a ser en general maduros, de buena calidad.

Un índice para orientar la exploración en este escenario, lo constituye la erosión sinorogénica y postorogénica de las volcanitas y las ofiolitas de algunas áreas en las que son abundantes las minas y manifestaciones de hidrocarburos. Ejemplos de tales tipos de zona son: el llamado anticlinal Bejucal-Madruga-Limonar (en la provincia de Mayabeque) donde el análisis geoquímico integral del petróleo del pozo Madruga No. 3-A (**Figura 2**), arrojó que el mismo se generó a profundidades mayores de 4 000 m solamente, entre la franja de 5-10 km de ancho en la cercanía de Santa Clara en la provincia de Villa Clara y la zona de la Farola-Maniabón, en las provincias de Las Tunas y Holguín.

En esta franja es posible encontrar yacimientos en el tope de las volcanitas, (como en el noreste de Cuenca Central: en Pina, Cristales, Jatibonico, **Figura 2**), que es posible considerar como acumulaciones marginales de yacimientos mucho mayores, existentes por debajo de las volcanitas y con una excelente calidad, tal como parece demostrar el pozo Picanes 1X al sur de la Bahía de Manatí en Las Tunas.

Por la magnitud del cabalgamiento del AVC y las ofiolitas sobre el Margen Continental Norteamericano, la mayoría de los sectores ubicados en la mitad norte de Cuba y en su franja central, están relacionados con la exploración de prospectos por debajo de las rocas del DP del AVC, que en una



valoración a priori, representan prospectos de gran riesgo, pero también de gran recompensa.

#### **IV. Escenario con sectores de desarrollo de rocas de Plataforma Carbonatada y su periferia.**

Este escenario está expresado en una franja que incluye la plataforma insular norte, desde el norte de las Bahía de Cárdenas (no incluye dicha bahía) hasta la Bahía de Nipe. Está representado también por una banda en tierra adyacente a la plataforma insular que comienza a la altura de playa Ganuza en la provincia de Villa Clara (con un ancho entre 5 y 30 km) hasta la citada Bahía de Nipe en Holguín (**Figura 1**).

En Cuba Central, la sección geológica en la mayor parte del escenario está representada por las secuencias carbonatadas de la UTE Remedios, que aflora o está recubierta por pobres espesores de depósitos de los DP Orogenia y del Neoautóctono carbonatados y en menor medida carbonatado-terrágenos (por debajo de la UTE Remedios se supone la presencia de depósitos terrígenos pertenecientes al periodo de ruptura), así como por secuencias terrígenas y carbonatadas (intercaladas) del Oxfordiano.

Una franja estrecha del citado escenario, ubicada al noreste de Cuenca Central y hasta el sur de Gibara-Banes, se caracteriza porque la UTE Remedios está recubierta por secuencias del DP de la Orogenia, cabalgadas por las volcanitas y las ofiolitas, en algunos casos de grandes espesores (1,0-2,0 km y más), como ocurre en el pozo Morón Norte 1 en la provincia de Ciego de Ávila (**Figura 2**).

En todo el escenario, pudiese funcionar un sistema petrolero cuyas rocas madre podrían ser las calizas y arcillas del Oxfordiano, así como los sedimentos sincrónicos a la ruptura (*synrift*) del J1-2, que al mismo tiempo serían los reservorios. Es difícil suponer la presencia de acumulaciones por la falta de sellos efectivos, cuestión que mejoraría hacia la franja costera de las provincias de Ciego de Ávila y parte de Camagüey (donde se desarrolla la UTE Cayo Coco, con la Formación Guaney que pudiese servir de sello para la formación Perros y otras).

En la franja suroriental del sector (Ciego de

Ávila-Holguín), estaría activo un sistema petrolero con rocas madre representadas por carbonatos de cuencas de aguas profundas del J3-K1, reservorios en secciones de las formaciones Purio y Palenque de la UTE Remedios, con la UTE Colorados y sellos sinorogénicos complementados por grandes espesores de ofiolitas y volcanitas, como se describe en el pozo Morón Norte 1. En este sistema, en las zonas con una estructuración favorable, pudiese ocurrir la carga de las estructuras presentes y formar yacimientos muy importantes (hay varias evidencias de migración de los petróleos formados en las rocas de cuencas de aguas profundas hacia rocas de la plataforma carbonatada, como en los pozos Camagüey No. 1 y No. 3 (**Figura 2**), con impregnación de petróleo en varios testigos de perforación. De todas maneras, el riesgo de carga y conservación de los hidrocarburos para este escenario es alto, incluida la franja suroriental del mismo.

#### **V. Escenario de rocas de cuencas profundas combinadas con las de retro-intra-arco, recubiertas por sedimentos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neoautóctono de la mitad sur cubana.**

Este escenario se ubica en la mitad sur de la isla de Cuba y la plataforma marina adyacente (**Figura 1**). Se excluye de este escenario, la parte norte y noreste de la llamada Cuenca Central, donde están los yacimientos de Jatibonico, Cristales, Pina y Reforma, al quedar incluida en el escenario III (Escenario con desarrollo de sedimentos de cuenca del Margen Continental recubiertos por grandes espesores del Arco Volcánico Cretácico y ofiolitas).

Por sus características, este extenso escenario corresponde al parecer a dos franjas con determinadas diferencias en sus columnas geológicas y con posibles sistemas petroleros algo diferentes.

La franja septentrional, ubicada hacia el occidente del país, comprende las cuencas Los Palacios, Vegas y Mercedes. Parece corresponder a una depresión de intra arco, cuya columna geológica típica incluye rocas volcánogeno-sedimentarias y sedimen-



tarias del Cretácico Albiano-Turoniano, recubiertas por depósitos de los DP Orogenia del Campaniano-Eoceno Inferior y Neoautóctono del Eoceno Medio-Cuaternario, es posible que, hacia la parte septentrional de esta franja, se encuentran formaciones del Margen Continental Norteamericano por debajo de las rocas del DP del Arco Volcánico Cretácico.

El sistema petrolero que es probable exista para la mencionada franja septentrional, alcanza solo categoría de hipotético, en el cual el punto más crítico corresponde al volumen y distribución de rocas madre efectivas (maduras). En la parte septentrional de esta franja, es posible la carga de trampas existentes aquí, por un sistema petrolero de rocas de cuenca del DP del Margen Continental Norteamericano subyacente a las secuencias volcánicas y ofiolíticas (las acumulaciones podrían formarse tanto en las propias rocas de cuenca, como en la cuenca combinada, por migración vertical de los hidrocarburos en el segundo caso), como parecen ser las acumulaciones existentes en el yacimiento Catalina.

Parte de la franja meridional (hacia el oriente del país) de este escenario, cubre un sector que está ubicado en la plataforma marina sur del país. El sistema petrolero para la franja sur, sería similar al de la franja norte conceptualmente, pero la nueva información sísmica y datos aportados por el pozo Ana María-1 (**Figura 2**), indican la posibilidad en primer lugar, de tener volúmenes mayores de rocas madre maduras y en segundo lugar, sedimentos con excelentes propiedades como reservorios. Al mismo tiempo, las manifestaciones de petróleo y gas del citado pozo durante la perforación y el gas obtenido durante el ensayo, indican que hay un sistema petrolero activo, aunque su importancia está aún por determinar.

En el escenario de la franja meridional es muy difícil suponer una alimentación de las trampas, con hidrocarburos provenientes de las rocas de cuenca del DP del Margen Continental Norteamericano, aunque no se excluye tal posibilidad, al tener en cuenta los análisis de rocas madre determinados de los sedimentos metacarbonatados del Escambray y del hallazgo de manifestaciones de petróleo, estudiadas en

años recientes (Morales., 2019).

Como colofón al análisis de todas las franjas, es posible acotar que dentro de los tres escenarios exploratorios asociados a las rocas de cuenca del DP del Margen Continental Norteamericano descritos, se han descubierto yacimientos someros pequeños y existen minas de asphaltitas y abundantes manifestaciones en secuencias ofiolíticas (Bacuranao-Cruz Verde, Jarahueca, Motembo), también en secuencias volcánica-sedimentarias (Jatibonico, Cristales, Pina y otros), que, debido a que son producto de la dismi-gración desde acumulaciones más profundas, formadas por los citados sistemas petrolíferos, no se han considerado como escenario exploratorio en sí, aunque de hecho, los mismos son tomados en consideración para la estrategia y la táctica del proceso de exploración petrolera del país.

## CONCLUSIONES

1. En Cuba existen cinco escenarios geológicos para la exploración de petróleo y gas:

- I.** Escenario donde los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano están protegidos por depósitos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neoautóctono.
- II.** Escenario con sectores donde afloran los sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano.
- III.** Escenario con desarrollo de sedimentos de cuenca profunda del Margen Continental Norteamericano recubiertos por espesores del Arco Volcánico Cretácico y las ofiolitas.
- IV.** Escenario con sectores de desarrollo de rocas de Plataforma Carbonatada y su periferia.
- V.** Escenario de rocas de cuencas profundas combinadas con las de retro-intra-arco, recubiertas por sedimentos de los Dominios Paleogeográficos de la Orogenia y del Neoautóctono de la mitad sur cubana.

2. Las rocas madre de los sistemas petroleros identificados y caracterizados en el escenario I, están presentes en los escenarios II, III, IV y extremo norte del V, sobre la base de las correlaciones petróleo-petróleo y petróleo-roca madre establecidas en Cuba.

3. El escenario de mayor potencialidad petrolera es el I, pero su distribución espacial es limitada por lo que al día de hoy está muy explotado.

4. Los escenarios II y III son los segundos en potencialidad con pequeños yacimientos desarrollados en los mismos con mayor relevancia en el III. Ambos poseen una gran extensión geográfica, aspecto positivo para la exploración.

## RECOMENDACIONES

Este trabajo cartográfico de escenarios geológicos se derivó de un mapa inicial de los Dominios Paleogeográficos y Conjuntos Petrotectónicos construido a partir de la Metodología para el análisis de Terrenos con un ejemplo en México (Longoria, 1993) que ha sido adaptada en Cuba por Linares y Fajardo (2022). Tanto México como otros países de la región pudieran dar un paso más allá de las metodologías escritas y llegar a una cartografía similar a la presentada en el artículo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Centro de Investigación del Petróleo por permitir el uso de datos e informaciones científico-técnicas en este artículo científico. También, a los árbitros de la revista Geociencias UO, por la minuciosa revisión del manuscrito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Colectivo de Autores**, 2010, Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1:100000. Inédito. Instituto de Geología y Paleontología, Servicio Geológico de Cuba,

La Habana.

**Colectivo de Autores**, 1988, Mapa Geológico Digital de la República de Cuba a escala 1:250000. Academia Ciencia, Instituto Geología y Paleontología-Servicio Geológico de Cuba, La Habana.

**Fajardo Y., Linares E., Mejías L., Pérez O., Gómez J.E., Blanco P.M.**, 2022, Mapa de Dominio Paleogeográfico y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba 1:500000, Proyecto 2024, Archivos Ceinpet-IGP.

De Golyer E., 1918, Sobre la Geología de los Hidrocarburos en Cuba, Boletín de la AAPG.

**Linares E., García D., Delgado O., López J. G., Strazhevich V.**, 2011, Yacimientos y manifestaciones de hidrocarburos de la República de Cuba. Centro Nacional de Información Geológica. IGP-Ceinpet. 480 pp. ISBN 978-959-7117-33-9. Imprenta PALCOGRAF, La Habana.

**Linares E., Fajardo Y.**, 2022, Texto Explicativo del Mapa de Dominio Paleogeográfico y Conjuntos Petrotectónicos de la República de Cuba 1: 500 000, Proyecto 2024, Archivos Ceinpet-IGP. La Habana.

**Longoria J.F.**, 1993, La Terrenoestratigrafía: Un ensayo de Metodología para el análisis de terrenos con un ejemplo en México. Universidad Internacional de Florida.

**López J.G., Pérez J.L., Blanco P.M., Fajardo Y.**, 2018, Avances en el desarrollo de los criterios de potencialidad exploratoria en Cuba. Archivo del Ceinpet. La Habana.

**López J.G., Pérez J. L., Blanco P.M., Fajardo Y.**, 2020, Actualización del Potencial de Hidrocarburos para el año 2019, Archivo del Ceinpet. La Habana.

**López J.G., Fajardo Y., López J.O., Mejías L., Tenreiro R., Sánchez J., Blanco P.M., Linares E., Delgado O., Echevarría G.**, 2022, Informe del Proyecto Serie de mapas de contenido geólogo-petrolero de la Repú-

blica de Cuba. Archivo del Ceinpet. La Habana.

**Morales I., Abreu D., Reyes O., González E., Pardo M.E, González D., Álvarez J.R, Valladares S., Prol J.L., Rifa M, Pérez O., Flores A., Blanco S., Castro O., 2019, Evaluación geólogo-geofísica en los sectores costa afuera (aguas profundas) de Cuba**

norte y sur centro oriental. Archivos del Ceinpet, La Habana.

**Prol J.G., Rifá M.C., Jaén J.C., García M.C., Prieto F., Abreu D., Ojeda D., Linchenat E., Miró G., 2019, Zonificación de los Espesores Sedimentarios en la Región Golfo de México-Caribe-Bahamas-Venezuela. Archivos Ceinpet e IGP, La Habana.**

