

## Correlación estratigráfica del sector Morro-Cojímar en la Franja Norte de Hidrocarburos de Cuba

**Yaimeli Almaguer Álvarez<sup>1</sup>, Osmany Pérez Machado Milán†<sup>2</sup>, Lourdes María Pérez Estrada<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Ingeniera Geóloga. Máster en petróleo. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba. Correo electrónico: yaimeli@ceinpet.cupet.cu

<sup>2</sup> Ingeniero Geólogo. Máster en petróleo. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba.

<sup>3</sup> Ingeniera Geóloga. Máster en petróleo. Investigador Agregado. Centro de Investigación del Petróleo, Cuba. Correo electrónico: perezl@ceinpet.cupet.cu

### RESUMEN

El trabajo muestra los aspectos relacionados con la estratigrafía de las secuencias en el sector Morro-Cojímar, Cuba Occidental. Partiendo de la insuficiente caracterización estratigráfica que imposibilita esclarecer el modelo geológico del área y con el objetivo de contribuir al esclarecimiento de la estratigrafía y el modelo geológico de un área que está en evaluación por su importancia productiva a partir de datos de superficie y del subsuelo, se realiza una interpretación y la correlación estratigráfica de siete pozos ubicados en La Cabaña, Habana del Este y Cojímar. Se confeccionaron esquemas de correlación de estas perforaciones recientes, actualización de la columna geológica generalizada del área, con nuevos datos de topes y bases de cada uno de los pozos estudiados. Se lograron nuevos datos estratigráficos y bioestratigráficos que definen mejorar las edades de los diferentes intervalos, que enriquecen los conocimientos sobre su subsuelo. Los resultados que brindan contribuyen a reducir los riesgos de la exploración petrolera. Como resultado se concluyó que, en este sector el reservorio es de tipo Grupo Veloz, representado por una secuencia carbonatada, donde predominan el mudstone calcáreo con una edad Jurásico Superior Tithoniano Superior-Cretácico Inferior. Se establecieron las se-

cuencias o formaciones presentes con mayor exactitud a partir del reestudio de los datos primarios, informes y muestras, lo que conllevó a la realización de una columna geológica generalizada para el área de estudio.

**Palabras clave:** correlación estratigráfica, correlación bioestratigráfica, modelo geológico, franja norte de hidrocarburos de Cuba

### ABSTRACT

The work shows the aspects related to the stratigraphy of the sequences in the Morro-Cojímar sector, Western Cuba. Starting from the insufficient stratigraphic characterization that makes it impossible to clarify the geological model of the area and with the aim of contributing to the clarification of the stratigraphy and the geological model of an area that is being evaluated for its productive importance from surface and subsoil data, An interpretation and stratigraphic correlation of seven wells located in La Cabaña, Habana del Este and Cojímar is carried out. Correlation schemes of these recent drilling were prepared, updating the generalized geological column of the area, with new data of tops and bases of each one of the wells studied. New stratigraphic and biostratigraphic data were obtained that de-

fine improving the ages of the different intervals, which enrich the knowledge about their subsoil. The results they provide contribute to reducing the risks of oil exploration. As a result, it was concluded that, in this sector, the reservoir is of the Veloz Group type, represented by a carbonate sequence, where calcareous mudstone predominates with an Upper Jurassic Upper Tithonian-Lower Cretaceous age. The sequences or formations present with greater accuracy were established from the re-study of the primary data, reports and samples, which led to the realization of a generalized geological column for the study area.

**Keywords:** stratigraphic correlation, biostratigraphic correlation, geological model, northern strip of hydrocarbons of Cuba

## RESUMO

O trabalho mostra os aspectos relacionados à estratigrafia das sequências no setor Morro-Cojímar, oeste de Cuba. A partir da caracterização estratigráfica insuficiente que impossibilita o esclarecimento do modelo geológico da área e com o objetivo de contribuir para o esclarecimento da estratigrafia e do modelo geológico de uma área que está sendo avaliada quanto à sua importância produtiva a partir de dados de superfície e subsolo, É realizada uma interpretação e correlação estratigráfica de sete poços localizados em La Cabaña, Habana del Este e Cojímar. Esquemas de correlação dessas perfurações recentes foram elaborados, atualizando a coluna geológica generalizada da área, com novos dados de topos e bases de cada um dos poços estudados. Foram obtidos novos dados estratigráficos e bioestratigráficos que definem a melhoria das idades dos diferentes intervalos, o que enriquece o conhecimento sobre o seu subsolo. Os resultados que fornecem contribuem para reduzir os riscos da exploração de petróleo. Como resultado, concluiu-se que, neste setor, o reservatório é do tipo Grupo Veloz, representado por uma sequência carbonática, onde predomina o lamito calcário com idade do Jurássico Superior Tithoniano Superior-Cretáceo Inferior. As sequências ou formações presentes com maior precisão foram estabelecidas a par-

tir do reestudo dos dados primários, relatórios e amostras, o que conduziu à realização de uma coluna geológica generalizada para a área de estudo.

**Palavras-chave:** correlação estratigráfica, correlação bioestratigráfica, modelo geológico, faixa norte de hidrocarbonetos de Cuba

## INTRODUCCION

El área de estudio se encuentra enmarcada en La Franja Norte de Hidrocarburos de Cuba (FNHC), ubicada en la costa norte de la provincia La Habana, Constituye una franja que se extiende desde la Bahía de Cabañas, al oeste, hasta Guanabo al este. Se corresponde con el sector marino aledaño a la costa y se extiende hacia el norte hasta cerca de la línea que representa el frente de los cabalgamientos del cinturón plegado y cabalgado cubano (**Figura 1**). La FNHC constituye la principal zona productora de hidrocarburos de Cuba, donde se han explotado yacimientos como Varadero, Boca de Jaruco, Puerto Escondido, Guanabo, entre otros. El aumento de las reservas de este recurso es de importancia estratégica para cualquier nación, por lo que se realizan acciones de exploración hacia el occidente del país, extendiéndose hasta el Morro de La Habana.

En el norte de la provincia de La Habana, se han realizado estudios estratigráficos desde la década de los cuarenta hasta la actualidad. Ejemplos de estos son los artículos de Brönnimann & Rigassi (1963), Albear & Iturralde-Vinent (1983), García-Delgado *et al.* (2001), Gil-González *et al.* (2009). En los últimos años se han perforado más de una decena de pozos en el sector Morro-Cojímar para comprobar objetivos exploratorios revelados por la sísmica.

El método principal de muestreo, empleado en los trabajos de perforación realizados, es a partir de recortes de perforación cada 5 o 10 m, elemento que hace compleja la interpretación estratigráfica del corte perforado. Por esta razón, es de vital importancia la correlación de los estudios de superficie con estos nuevos datos de subsuelo y su integración en un modelo geológico coherente, que ayude a reducir los riesgos de la exploración petrolera en el sector.



**Figura 1.** Ubicación geográfica del sector Morro-Cojimar de la Franja Norte de Hidrocarburos de Cuba (Tomado de Google Earth).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener los resultados necesarios, se hizo un levantamiento de los materiales primarios, donde se parte de la revisión bibliográfica y se dispone de las bases cartográficas a escala 1:100 000 para la ubicación del área en el marco regional y a escala 1:50 000 para los estudios de campo, información necesaria para poder estudiar las unidades en el campo.

También se contó con numerosos trabajos que aportan información sobre las características del área de estudio de carácter regional, artículos de Gil-González *et al.* (1998) y García *et al.* (2011), así como proyectos de investigación e informes vinculados con la explotación petrolera, de Silvia Valladares *et al.* (1997), Blanco-Bustamante *et al.* (2007) y Brey del Rey *et al.* (2008)

Terminada esta primera parte, se pasó a realizar un exhaustivo análisis de todo el material disponible en el archivo del Centro de Investigación del Petróleo (CEINPET), que permitió la reinterpretación estratigráfica de los pozos LCB-100, HBE-100, HBE-101, COJ-100, COJ-100A, COJ-101L y COJ-200.

La elaboración de columnas litológicas, basada en los porcentajes estimados a partir de las descripciones de muestras de canal, ayuda a una correlación más precisa, donde se muestra de manera gráfica el predominio de diferentes rocas y la posibilidad de litologías «caídas».

Se emplean los registros geofísicos corridos en cada pozo, como por ejemplo el de rayos Gamma, por ser un registro litológico o de composición. De esta manera se pueden correlacionar con rapidez distintos paquetes rocosos y, junto a los datos litológicos y paleontológicos, caracterizar mejor las secuencias atravesadas.

El pozo COJ-100A, a diferencia del resto, contaba con información litológica desde superficie, por lo que se asumió como pozo patrón para la correlación. El intervalo de 395.0 a 477.0 m, fue redescrito desde el punto de vista paleontológico, para confirmar el tope de la Formación Vía Blanca.

Este conjunto de datos permitió conformar una tabla de topes y bases para modificar las columnas de los pozos y, además establecer una columna geológica generalizada y lograr una nueva correlación para el área.

Se realizaron itinerarios geológicos irregulares por el área de trabajo para reconocer las diferentes unidades en superficie. Se caracterizaron las distintas formaciones visitadas, se profundizó su estudio con apoyo de la literatura consultada lo cual ayudó al reconocimiento en el subsuelo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área de estudio se enmarca en el bloque de exploración designado por Cuba Petróleo (CUPET) como 7, donde se localizan varios prospectos asociados al cinturón plegado y cabalgado cubano. Desde el 2007, comenzó la perforación con el pozo COJ-100 y ya existen más de 10 pozos de exploración y evaluación en el área. Se utilizaron los informes finales de siete de estos pozos como principal fuente de datos primarios. La **Figura 2**, muestra su ubicación y trayectoria.

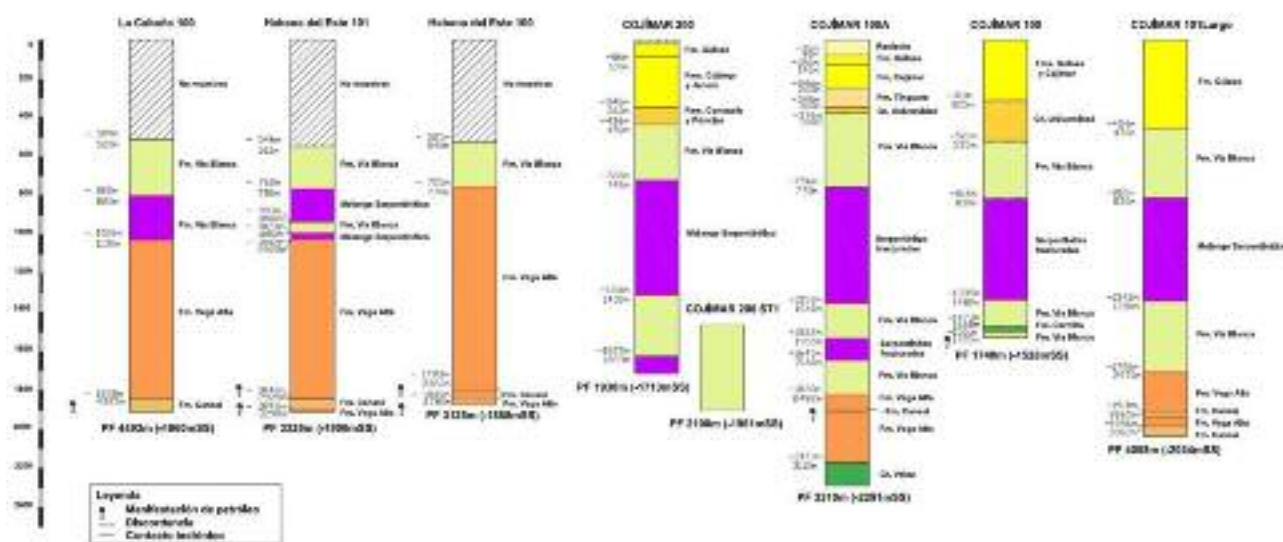
Se hizo necesario establecer una correlación entre todos estos pozos seleccionados y conformar una columna geológica generalizada del área, para ayudar a establecer el modelo geológico, un valioso apoyo a perforaciones futuras. Se partió de las columnas originales, que en muchos casos resulta incoherente la información de un pozo a otro, como evidencia la (**Figura 3**). Debido a que las muestras de las secuencias Eoceno Superior al reciente corresponden el tramo del



**Figura 2.** Mapa de ubicación de los pozos estudiados (Tomado de Geocuba 1:250 000).

tranque de agua, éstas en su mayoría son tomadas aleatoriamente. Por ejemplo, en los pozos de Cojímar, las secuencias del Eoceno al Reciente, no guardan una clara correlación o no se detalla en los informes, aun cuando se ubican a menos de 500 m entre sí (los más distantes).

Hacia abajo, se aprecia una continuidad lateral de rocas serpentiniticas desde La Cabaña hasta Cojímar, las que se interpretan como un paquete serpentinitico continuo. Sin embargo, en el pozo HBE-100 éstas fueron incluidas, al parecer, dentro de la Formación Vega Alta. Otro elemento importante es la identificación del reservorio principal. En estos momentos existen dos tendencias para denominar el reservorio en la FNHC, se denominó como reservorio al Grupo Veloz en el pozo COJ-100A y como reservorio Formación Canasí, en el resto de los pozos. Como muchos de los pozos son dirigidos costa a fuera, para correlacionarlos es necesario tener presente la ubicación espacial de los distintos paquetes, acuíferos en distintas direcciones, etcétera. Se empleó el software Petrel 2008 que facilita la visualización tridimensional de datos.



**Figura 3.** Columnas de siete pozos de exploración y evaluación del área de estudio. Se emplearon los topes y contactos tal y como aparecían en los informes finales de cada pozo.

Es de destacar que, en secciones perforadas de rocas carbonatadas muy porosas y cavernosas del post-orogénico, se producen fuertes pérdidas de circulación y baja recuperación de cortes (ver pozos de Habana del Este y el Cabaña), lo cual es la causa principal del bajo detalle en el muestreo de secuencias jóvenes o muy someras.

En todos los casos, la perforación comienza en carbonatos biogénicos y arrecifales de la Formación Jaimanitas, que aflora en toda la zona costera y de manera

visible en las instalaciones de superficie. Continúa con calizas cristalinas duras, de aspecto sacaroidal, en parte dolomíticas, color crema claro, pertenecientes a la Formación Güines. Seguidas por calizas arcillosas y calizas fosilíferas de la Formación Cojímar con un espesor aproximado de 100-150 m.

Rocas del Oligoceno (Formación Tinguaro) fueron reconocidas solo en el pozo Cojímar-100A, determinado por la siguiente asociación fosilífera: *Globigerina aff ampliapertura*, *Globorotalia mayeri*, *Hasti-*



*gerina aequilateralis*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides ruber*, *briozoo*, valva de ostrácodo. En el informe final del pozo se asume la edad Oligoceno, con probables microfósiles caídos desde las rocas del Mioceno. Aunque parece acuñarse, cabe la posibilidad de encontrarse en el resto de los pozos, pero el intervalo de muestreo no fue detallado en este caso.

En los pozos COJ-200, COJ-100 y COJ-100A se describen, en las secuencias hacia abajo, rocas asociadas al Grupo Universidad, con un espesor entre 100 y 120 m. En el pozo COJ-200 se precisa una edad de Eoceno Medio-Superior, Formaciones Consuelo y Príncipe, y no fue posible hacer la división entre ambas. En el pozo COJ-101 no se encontraron fósiles paleogénicos, sin embargo, por registros geofísicos se observa la extensión del mismo paquete presente en los demás pozos.

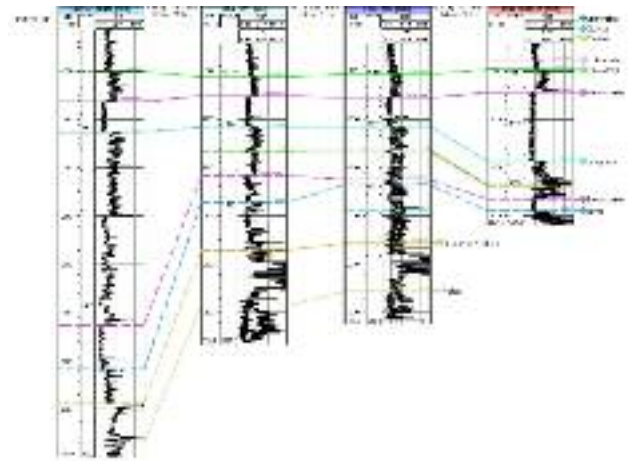
El registro Gamma suele usarse como herramienta para la correlación, lo que permite la separación de paquetes litológicos (Castro, 2018); combinándolo con las descripciones de *cuttings* y las determinaciones paleontológicas.

La Formación Vía Blanca se describe en todos los pozos con un espesor cercano a los 300 m y caracterizada por un predominio de rocas siliciclásticas, destacándose limolitas, *claystone* (arcilita), arenisca polimíctica a tobácea. Predominan los colores gris y verde claro. Una amplia asociación fosilífera caracteriza esta secuencia como Cretácico Superior Campaniano-Maastrichtiano.

Debajo rocas del Cinturón Ofiolítico del Norte de Cuba, se evidencian en todos los sondeos, describiéndose serpentinitas muy fracturadas, color verde, gris verdoso y negro, en ocasiones alteradas a minerales arcillosos y con elementos subordinados de otras litologías. Las serpentinitas presentan un reflejo evidente en el registro Gamma, muestran valores muy bajos y homogéneos (**Figura 4**).

Se revela muy bien el cambio litológico en este intervalo serpentinitico y la ausencia de fauna es otro elemento característico. Algunos ejemplos:

- Pozo COJ-100A. En el intervalo de 686-762 m se describe: 10-70 % arenisca polimíctica, de granos medios a gruesos, cemento tobáceo, con buena se-



**Figura 4.** Correlación a partir del registro Gamma. Se distinguen varios paquetes serpentiniticos con una respuesta peculiar en las digrafiás.

lección de sus granos, de color gris claro y oscuro, dureza media; 20-40 % arcilla de color gris verdoso, de difícil lavado, no calcárea. A partir de 770 m por litología comienza aparecer serpentinita de 90-100 % de color gris oscuro, con tonalidades azulosas, fracturada, dureza media, alterada, que forma material arcilloso hasta un 50 %.

- Pozo COJ-200. En el intervalo 740-760 m se describe: 100 % de serpentinita de color gris oscuro con tonalidades azulosas, fracturada, dureza media; serpentinita alterada de color gris claro a verde claro.
- Pozo HBE-100. En el intervalo 770-990 m se describe: predominio en más de un 70 % de serpentinitas muy alteradas, se observan minerales del grupo de la serpentinita (crisotilo), limolitas y calcarenitas 20 %, margas 10 % (caídas). Se reportan trazas de pedernal blanco amarillento (770 m). Se observa en los 83 m incremento de arcilita limosa, con fragmentos o restos de serpentinitas en una matriz arcillosa producto de la alteración de las serpentinitas (grauvacas serpentiniticas con matriz arcillosa producto de su alteración).
- Pozo LCB-100. En el intervalo 820-860 m se describe: serpentinita (40-90 %) verde oscuro y negra, fracturada, a veces redondeada, limolitas polimícticas (20-5 %), gris clara, matriz arcillosa, *claystone* (40-5 %) gris claro y pardo, a veces limoso en bloque.

En el pozo HBE-100, se incluye un intervalo serpentinitico (770-1 072 m) de 300 m, dentro de la Formación Vega Alta; este intervalo en los demás pozos fue diferenciado como mélangé serpentinitico o serpentinitas. Aquí se determinó que se corresponde con el mélangé serpentinitico y se correlacionó con el resto del área.

Se asume que en el pozo de Cabaña y en los pozos Habana del Este, el tope de la Formación Vega Alta está en alrededor de los 1 000 m (b.n.m.m); y en los pozos de Cojímar 700-800 m más abajo, con varias repeticiones o imbricaciones de las serpentinitas con la Formación Vía Blanca. La correlación lateral de los paquetes de serpentinitas en el área, es un criterio muy útil (**Figura. 5**).

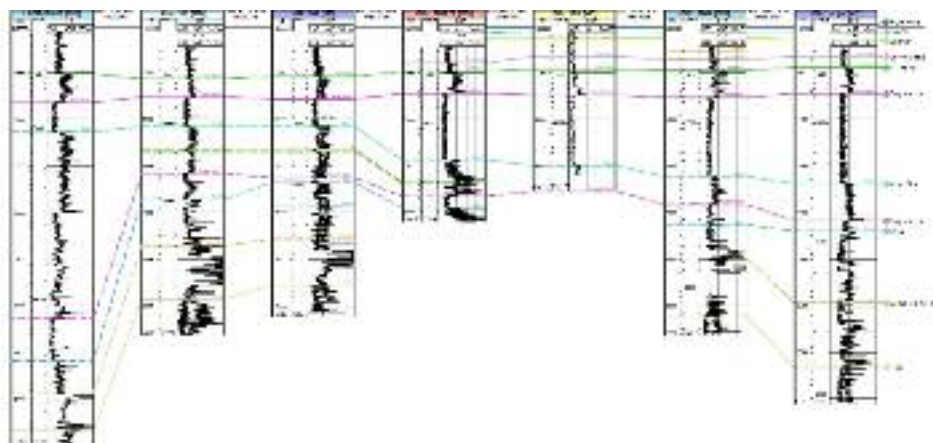
En el corte, en general, se correlacionan mediante el registro Gamma, dos escamas o cuerpos serpentiniticos, caracterizados además por predominio evidente de serpentinitas. El superior consta de hasta 600 m de espesor aparente y el inferior es de menores proporciones (200 m máximo). El tope de la Formación Vega Alta en Habana del Este se ubicó por encima del segundo paquete serpentinitico, mientras que en Cojímar por debajo del mismo (**Figuras 3 y 5**).

Para solucionar este problema se revisaron los argumentos que conducen a definir el tope de la Formación Vega Alta en ambos casos, y las características de la segunda y tercera escama de la Formación Vía Blanca, en los pozos Cojímar.

Los geólogos de pozo no cuentan, por lo general, con datos paleontológicos durante el proceso de

perforación. De manera empírica, se han usado algunos indicadores de cambio, que apuntan a la entrada en secuencias de la Formación Vega Alta. Se calibra el tope dado por los registros geofísicos y los estudios paleontológicos. Algunos de estos indicadores son:

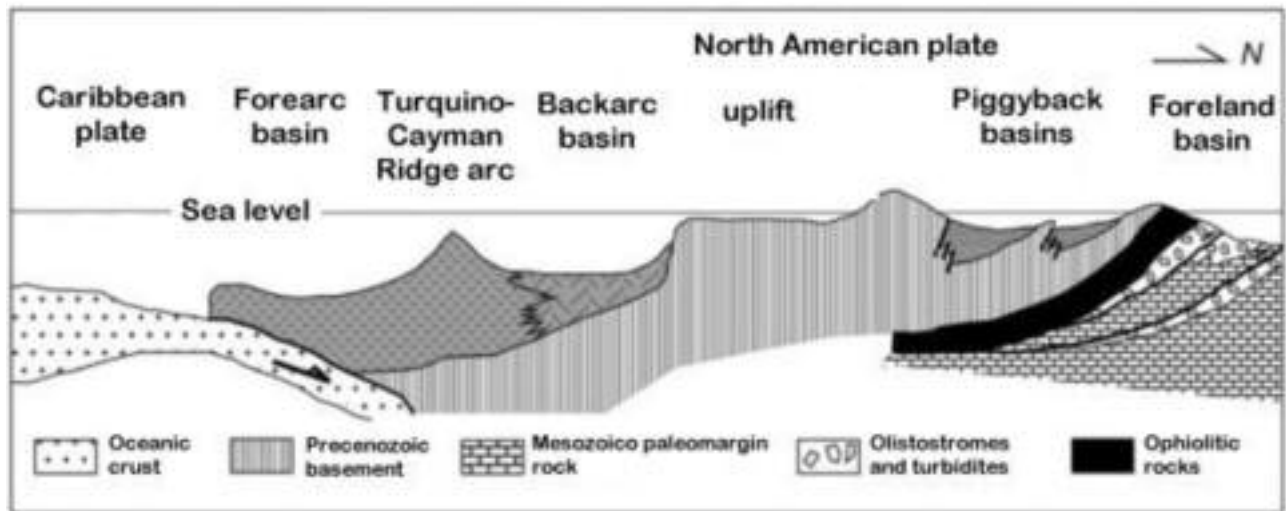
- Aparición de pedernales varicolores y aumento de su proporción de manera progresiva.
- Cambio a una secuencia muy arcillosa, que se traduce como una disminución considerable de la velocidad de perforación.
- Secuencias conglomeráticas, con muchos fragmentos de distintos litotipos de calizas (estos fragmentos arrojan edades de Cretácico Medio, Jurásico Superior-Neocomiano, Campaniano Maastrichtiano o más joven).
- Abundante pedernal: Pozo HBE-101, en el intervalo 1 085-1 090 m se describe: 15 % calizas microcristalinas grises, cremas, blancas; 30 % pedernales negros, verde, algunos arcillosos; 40 % claystone gris oscuro poco calcáreo; 10 % limonitas polimícticas de matriz arcillosa, gris clara. Más abajo se mantiene la presencia de estos pedernales en un 10 %.
- En los dos pozos de Habana del Este se describen secuencias conglomeráticas, muy carbonatadas y con abundantes fragmentos de serpentinitas.



**Figura 5.** Correlación a partir del registro Gamma de paquetes serpentiniticos en los siete pozos estudiados.

Las descripciones apuntan a una secuencia conglomerática polimítica, con predominio de fragmentos de serpentinitas, carbonatos, pedernales, con matriz areno-arcillosa o limosa. En ocasiones, se trata de olistostromas, como los descritos en innumerables levantamientos de superficie en Cuba Central (For-

mación Vega Alta) y Pinar del Río (Formación Manacas). En el ambiente geológico del área esto es característico, pues se trata del frente de los cabalgamientos de las rocas del Complejo Ofiolítico sobre el Margen Continental de América del Norte (**Figura 6**).



**Figura 6.** Perfil paleotectónico conceptual del Paleoceno–Eoceno Medio parte baja (Cobiella–Reguera, 2009). Obsérvese en el extremo norte del perfil las secuencias olistostrómicas que se asocian a la Formación Vega Alta.

Al analizar los intervalos asumidos como Formación Vía Blanca en los pozos de Cojimar, por debajo de 1 400 m se observan dos elementos importantes: ausencia o escasez de determinaciones paleontológicas, y descripciones litológicas que se alejan de las típicas de esta formación. Las únicas determinaciones fueron de edad Cretácica, esto pudo influir en gran medida en la división estratigráfica. El pozo COJ-200, cuenta con más determinaciones, en muchos casos parece tratarse de fragmentos de la Formación Carmita, por su composición y edad Cretácico Medio, además de un predominio de carbonatos, serpentinitas y pedernales en las descripciones atribuidas a la Formación Vía Blanca.

En los trabajos de superficie (Brönnimann y Rigassi, 1963; Albear e Iturralde-Vinent, 1983) se describen varios tipos de conglomerados con fragmentos de calizas y serpentinitas, pero no en tan alta proporción, y en ningún caso, se describen fragmentos o capas de pedernales.

Por lo antes mencionado, y con un mismo criterio en todos los pozos, se tomó como tope de la Formación Vega Alta la base de las rocas del Cinturón Ofiolítico, evidenciado por la primera escama. Se asume entonces por debajo de las serpentinitas una secuencia conglomerática, con probabilidad de ser hasta olistostrómica. Varios cuerpos menores u olistolitos de serpentinitas pudieran definirse como parte de esta, aunque solo uno correlacionable en todos los pozos. La presencia de bloques u olistolitos en la Formación Vega Alta es conocida en muchos afloramientos (Morales *et. al.*, 2012).

Por lo general, cuando se describe la Formación Vega Alta en la FNHC, se trata de una secuencia arcillosa (unidad sello), subordinada a otra carbonatada, con intercalaciones de variedades de pedernal, pero en muchos casos se excluye la parte olistostrómica, desarrollada con amplitud en superficie (Cuba Central), y que se reconoce también en los pozos estudiados. Si se compara con secuencias similares de

Cuba Occidental se observa gran similitud con la Formación Manacas (Miembro Olistostroma Vieja y Miembro Pica Pica).

En el área de la Cabaña-Habana del Este, el reservorio es de tipo Grupo Veloz, al igual que en Cojímar, que se describen calizas (en un 60-80 % como promedio) color crema, blanco, bandeadas, en secciones delgadas mudstone calcáreo o wackestone; peder-nales negros, ámbar y pardos en menor proporción, así como intercalaciones arcillosas; además de la abundancia de fauna de edad Jurásico Superior–Neocoma-miano. Se caracteriza como un colector carbonatado, fracturado-poroso y se relacionan algunos ejemplos de la litología y edad de la secuencia del reservorio:

#### Pozo COJ-100A

- 3 145 m: Mudstone calcáreo/wackestone bioclástico, recristalizado algo arcilloso. a) Nannoconus s.l. (Jurásico Superior Titoniano alto- Cretácico Inferior), b) Nannoconus s.l., calpionélidos, radiolarios recristalizados (Jurásico Superior Titoniano alto-Cretácico Inferior Valanginiano).

- 3 165 m: Mudstone calcáreo, recristalizado impregnado y piritizado. Nannopláncton calcáreo recristalizados, Nannoconus s.l. (Jurásico Superior Titoniano alto-Cretácico Inferior).

#### Pozo HBE-100

- 2 965 m: Packstone intraclástico con matriz carbonatada friable (abundantes cocolitos), mudstone calcáreo impregnado, moldes de radiolarios, cocolitos abundantes, calpionélidos s.s. (Jurásico Superior Titoniano alto-Cretácico Inferior Valanginiano).

#### Pozo HBE-101

- 3 150 m: Mudstone calcáreo recristalizado, impregnado, calpionélidos s.s. (recristalizados). (Tithoniano Superior-Cretácico Inferior, Valanginiano).
- 3 180 m: Wackestone bioclástico, calpionélidos s.s. (recristalizados). (Tithoniano Superior-Cretácico Inferior, Valanginiano).

| Pozo                | Tope y Base (MD)                                                            | Tope (SS)                                           | Formación                                                                                                   |
|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| La Cabaña 100       | 0-540<br>520-820<br>820-1 130<br>1 130-4 325<br>4 330-4 593                 | -499<br>-796<br>-1 025<br>-1 839                    | -----<br>Vía Blanca<br>Melange serpentinitico<br>Vega Alta<br>Veloz                                         |
| Habana del Este 101 | 0-561<br>561-760<br>760-1 079<br>1 079-2 928<br>2 925-3 290<br>3 290-3 325  | -546<br>-743<br>-1 023<br>-1 843<br>-1 893          | -----<br>Vía Blanca<br>Melange serpentinitico<br>Vega Alta<br>Veloz<br>Vega Alta                            |
| Habana del Este 100 | 0-561<br>534-776<br>776-1 075<br>1 075-2 402<br>2 402-3 125                 | -519<br>-761<br>-1026<br>-1843                      | -----<br>Vía Blanca<br>Melange serpentinitico<br>Vega Alta<br>Veloz                                         |
| Cojímar 200         | 0-77<br>77-133<br>133-389<br>389-480<br>480-720<br>720-1 430<br>1 430-2 100 | 13<br>-64<br>-120<br>-376<br>-467<br>-704<br>-1 311 | Jaimanitas<br>Güines<br>Cojímar<br>Consuelo + Príncipe<br>Vía Blanca<br>Melange serpentinitico<br>Vega Alta |



|                  |             |        |                        |
|------------------|-------------|--------|------------------------|
| Cojímar<br>100 A | 0-55        | 13     | Jaimanitas             |
|                  | 55-125      | -41    | Güines                 |
|                  | 125-260     | -111   | Cojímar                |
|                  | 260-355     | -246   | Tinguaro               |
|                  | 355-390     | -341   | Universidad            |
|                  | 390-763     | -378   | Vía Blanca             |
|                  | 763-1607    | -749   | Melange serpentinitico |
|                  | 1 607-3 111 | -1 336 | Vega Alta              |
|                  | 3 111-3 310 | -2 174 | Veloz                  |
| Cojímar<br>100   | 0-49        | 13     | Jaimanitas             |
|                  | 49-133      | -36    | Güines                 |
|                  | 133-325     | -120   | Cojímar                |
|                  | 325-463     | -311   | Universidad            |
|                  | 463-737     | -450   | Vía Blanca             |
|                  | 737-1 493   | -724   | Melange serpentinitico |
|                  | 1 493-1 740 | -1 345 | Vega Alta              |
| Cojímar<br>101L  | 0-55        | 15     | Jaimanitas             |
|                  | 55-137      | -40    | Güines                 |
|                  | 137-325     | -122   | Cojímar                |
|                  | 325-444     | -310   | Universidad            |
|                  | 444-723     | -429   | Vía Blanca             |
|                  | 723-1 691   | -707   | Melange serpentinitico |
|                  | 1 691-3 665 | -1 316 | Vega Alta              |
|                  | 3 665-3 730 | -1 918 | Veloz                  |
|                  | 3 730-3 875 | -1 920 | Vega Alta              |
|                  | 3 875-4 058 | -1 922 | Veloz                  |
|                  |             |        |                        |
|                  |             |        |                        |

Tabla 1. Topes y bases a partir de la nueva correlación estratigráfica.

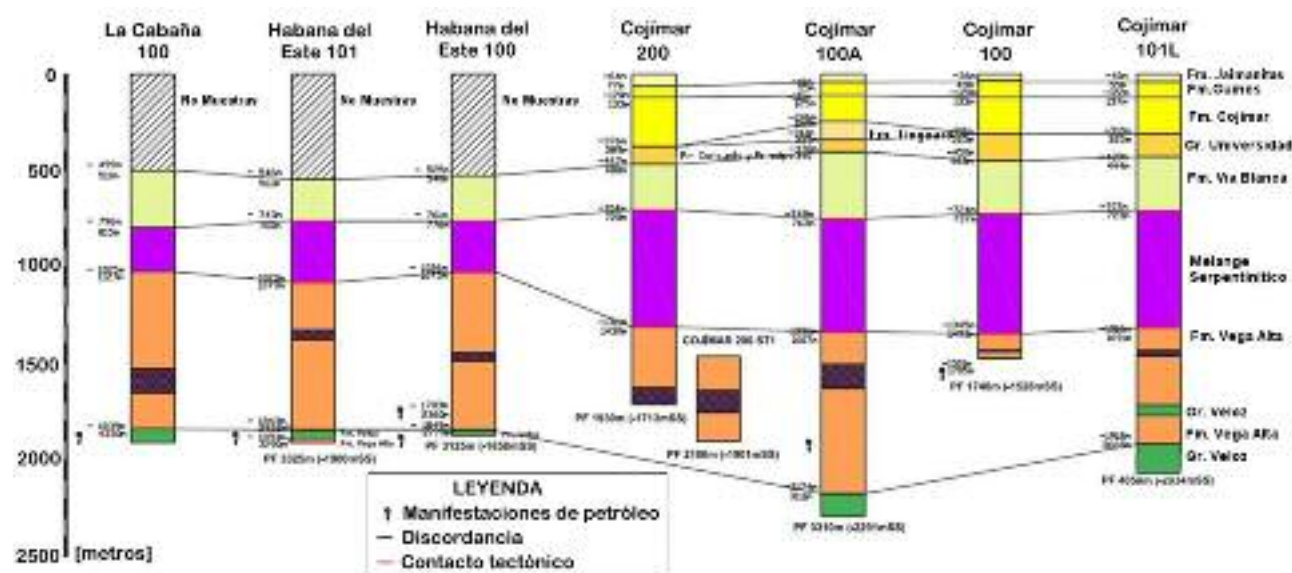


Figura. 7. Esquema de correlación final de los pozos estudiados.

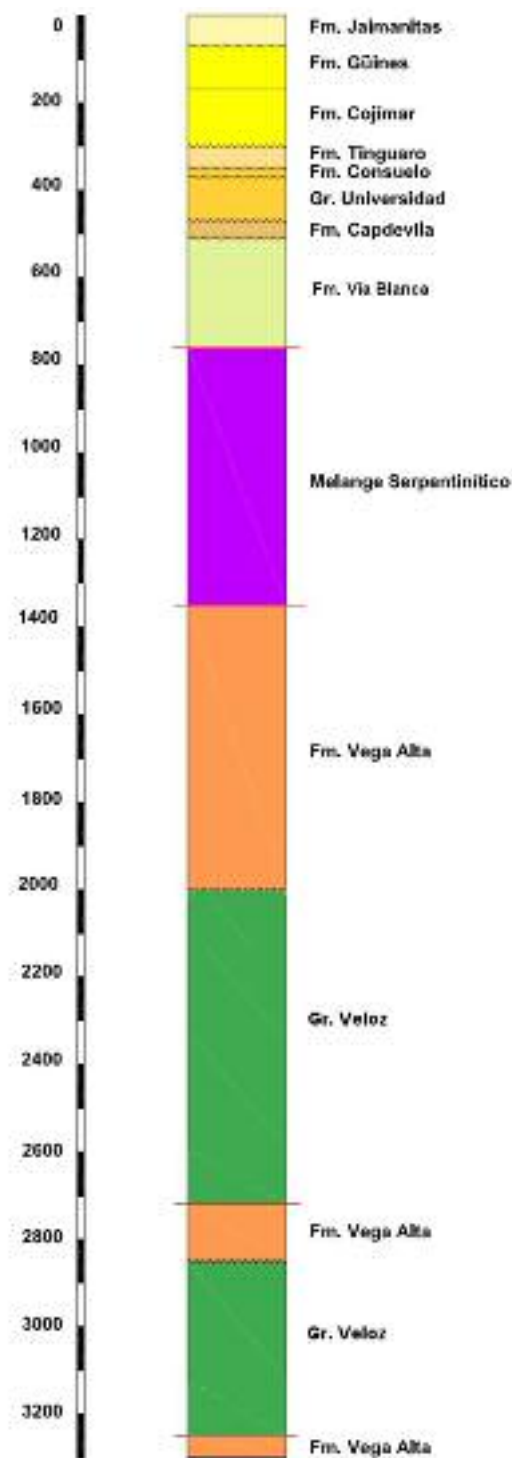
#### Pozo LCB-100

- 3 665 m: Mudstone calcáreo algo arcilloso impregnado a) radiolarios bien preservados (Jurásico Superior Titoniano Superior-

Cretácico Inferior, Valanginiano. b) Nannoconus sl (Jurásico Superior Titoniano Superior-Cretácico Inferior).

Después de este análisis se redefinieron los topes en cada pozo (**Tabla 1**) y se obtuvo una correlación las secuencias en toda el área estudiada (**Figura 7**). Ade-

más, se confeccionó la columna geológica generalizada del sector Morro-Cojímar (**Figura 8**).



**Figura.8.** Columna geológica generalizada del sector Morro-Cojímar de la Franja Norte Hidrocarburos de Cuba.

## CONCLUSIONES.

Como resultado del estudio detallado de los pozos en La Cabaña, Habana del Este y Cojímar, se obtuvo una nueva división del corte estratigráfico en cada uno de ellos y se logró una mejor correlación entre los pozos estudiados. Las unidades estratigráficas observadas en el subsuelo mostraron características muy similares a las descritas en superficie.

La edad Oligoceno asignada a la Formación Tinguaro se determinó solo en el pozo Cojímar-100A por lo que no se descarta que, a partir de un muestreo de mayor detalle, se establezca una continuidad con el resto de los pozos de esta secuencia cenozoica.

Se determinó la existencia del *mélange* serpentiniticos en el pozo HBE-100, en el intervalo de 770 m a 1 072 m, por datos litológicos y registros geofísicos, lo cual permitió correlacionarlo con el resto de los pozos estudiados.

Se concluye que, en este sector, el reservorio es de tipo Grupo Veloz, representado por una secuencia carbonatada, donde predominan el *mudstone* calcáreo con una edad Jurásico Superior Tithoniano Superior-Cretácico Inferior.

Se establecen las secuencias o formaciones presentes con mayor exactitud a partir de la reelaboración de los datos primarios, informes y muestras, lo que conllevó a la realización de una columna geológica generalizada para el área de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albear, J. F.; Iturralde-Vinent, M., 1983, Estratigrafía de las provincias de La Habana, En: Contribución a la Geología de las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana: Editorial Científico Técnica, La Habana, 12-54.
- Blanco-Bustamante, S.; Brey Del Rey, D.; Castro-Castiñeiras, O.; Pérez-Estrada, L., 2007, Consideraciones faciales de la Formación Amaro en el yacimiento de Boca de Jaruco: En: II Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. Memorias. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-7117-16-2, SCG.
- Brey-Del Rey, D.; Blanco-Bustamante, S.; Aguilar-

Sánchez, A.; Gil-González, S.; García-Delgado, D.; Pérez-Estrada, L.; Morales-Echevarría, C.; Medina, A.; Flores-Nieves, A.; Castro-Castiñeira, O.; Rodríguez-Martínez, M.; Villavicencio, B.; Sotolongo, A.; Rodríguez-Loeches, J.; Mejías-Rodríguez, L.; Perera-Falcón, C.; Menéndez L.; Laguardia R.; Lazcano-Véliz, Y., 2008, Proyecto 2801: Sedimentos sinorogénicos asociados a la franja norte de Cuba y su relación con los sellos y reservorios-Etapa 1: Estudiar, precisar y definir los cambios litofaciales y biofaciales de los diferentes sedimentos sinorogénicos de la Franja Norte de Cuba y sus características como sello y reservorio. Archivo Técnico Centro de Investigación del Petróleo. La Habana, Cuba (Versión digital).

- Brönnimann, P.; Rigassi, D., 1963, Contribution to the geology and paleontology of the area of the city of La Habana, Cuba and its surroundings. *Eclog. Geol. Helv.* 56(1):193-430.
- Castro-Castiñeiras, O. 2018, Evaluación petrofísica de formaciones gasopetrolíferas cubanas, Archivo Técnico Centro de Investigación del Petróleo. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-7117-55-1.
- Cobiella-Reguera, J. L., 2009, Emplacement of the northern ophiolites of Cuba and the Campanian-Eocene geological history of the northwestern Caribbean-SE Gulf of Mexico region, Geological Society, London, Special Publication 328: 315-338.
- García-Delgado, D.; Delgado, R.; Millán, G.; Rojas, Y.; Peñalver, L.; Cabrera, M.; Padilla, I.; Díaz, C.; Torres, A.; Furrázola, G.; Llanes, A.; Torres, M.; Pérez, R.; Bernal, L.; Morales, R.; Pérez, C.; Stracevich, V.; Pérez, R.; García, I.; Batista, R.; Rodríguez, L.; Triff, J. & Ugalde, C., 2001, Informe proyecto 216: Generalización y actualización geológica de la región Habana-Matanzas. Escala 1:100 000. Archivo Técnico Centro de Investigación del Petróleo. La Habana, Cuba (Versión digital).

**García-Delgado, D. E.; Pérez-Estrada, L.; Blanco-Bustamante, S. & García, Y.,** 2011, La Formación Vega Alta en la región occidental de Villa Clara, correlación con el sello de la Franja Norte de Crudos Pesados. En IX Congreso Cubano de Geología. Memorias Geociencias. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-71119-30-8 S.C.G.

**Gil-González, S.; Echeverría-Hernández, B.; Torres-Silva, A. I. & García-Delgado, D.,** 1998, Estudio Cuantitativo de la Composición Bioclástica de los Depósitos del Maastrichtiano Superior de la Sierra del Rosario, Cuba Occidental, Geología y Minería'98. Memorias. La Habana, Cuba, 301-303.

**Gil-González, S.; García-Delgado, D. & Díaz-Otero, C.,** 2009, «Formaciones del Maastrich-

tiano Superior en Cuba Occidental y Central. Composición bioclástica y Litofacies». En: Memorias de la III. Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. La Habana, Cuba. ISBN 959-234-059-5.

**Valladares, S.; García, R. & Brey, D.,** 1997, Reservorios carbonatados pertenecientes a la Unidades Tectonoestratigráficas. Placetas. Etapa I. Archivo Técnico Centro de Investigación del Petróleo. La Habana, Cuba.

Fecha de recepción: 27 de abril de 2021

Fecha de arbitraje: 6 de mayo de 2021

Fecha de aprobación: 14 de julio de 2021

