



APROXIMACIÓN A LA GEOLOGÍA OROGÉNICA DEL NNE DE CUBA OCCIDENTAL

Approach to the orogenic geology of NNE western Cuba

Wenceslao Martínez del Olmo

San Ramón Nonato 1, 2ª, 28046 Madrid. wmartinezolmo@outlook.com

Resumen: Los trabajos publicados sobre la Geología de Cuba y, en especial, las imágenes procedentes de las líneas sísmicas y los cientos de sondeos realizados para la exploración de hidrocarburos, proporcionan la oportunidad de describir una aproximación geológica, sedimentaria y estructural, al complejo frente del NNE de Cuba. Se dice aproximación porque su complejidad no permite asegurar su organización, derivada de: 1) No poder constatar la ordenación paleogeográfica previa a la deformación, que afectó a series sedimentarias del autóctono y del paraúctono y a los olistostromas, precoces y tardíos, que deslizaron hacia la cuenca y más tarde fueron deformados. 2) Los cabalgamientos, retro-cabalgamientos y fallas extensionales de bajo ángulo, que produjeron tanto una compleja sucesión de estructuras tipo anticlinales colgadas como “falsos cabalgamientos” que, al ser incorporados al prisma tectónico, buzaron al SSE. Todo ello conlleva una interpretación difícil, que puede sintetizarse en: creación en el Campaniense-Maastrichtiense de un primer talud de alta pendiente y un primer Olistostroma, paroxismo contractivo y olistostromas masivos en el Paleoceno, plegamiento con verticalización y superposición de unidades pertenecientes al Mesozoico y Cenozoico, y nuevos deslizamientos, desde entonces hasta hoy.

Palabras clave: Perfiles sísmicos, frente tectónico y sedimentario, olistostromas, NNE de Cuba.

Abstract: The published works on the Geology of Cuba and, especially, the images from the seismic lines and the hundreds of wells carried out for the exploration of hydrocarbons, provide the opportunity to describe a geological, sedimentary and structural approach to the complex front of the NNE of Cuba. It said approximation because its undoubted complexity does not allow to finalize its organization that derives from: 1) Not being able to verify the paleogeographic ordering prior to the deformation that affected sedimentary series of the autochthonous and parautochthonous and the olistostromes, early and late, that slipped into the basin and, later, were incorporated to the deformation. 2) The ridings, retro-rides and low-angle extensional faults that produced both a complex succession of hanging wall anticline structures and false thrust rides that, when incorporated into the tectonic prism, dip to the SSE. All this leads to a difficult interpretation that can be synthesized as: creation in the Campanian-Maastrichtian of a first slope of high dip and a first olistostrome, contractive paroxysm and massive olistostromes in the Paleocene, folding with verticalization and superposition of Mesozoic-Cenozoic units and new slides from then to the present.

Keywords: Seismic profiles, tectonic and sedimentary front, olistostromas, NNE Cuba Island

Martínez del Olmo, W., 2023. Aproximación a la geología orogénica del NNE de Cuba occidental. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 36 (2): 94-101.

Introducción

A lo largo de los años he tenido la oportunidad de trabajar en segmentos estructurales complejos, que ofrecen procesos sedimentarios y estructurales, olistostromas y cabalgamientos, que serían comparables a los interpretados en este trabajo, que desde la isla de Cuba da paso al mar Caribe. Conviene anticipar que ninguno ofrece tal complejidad geológica, complejidad que fue objeto de una presentación oral en la Convención Cubana de Ciencias de la Tierra, realizada en La Habana en abril 2005. Teniendo en cuenta que el trabajo se presentó hace 18 años, es entendible que otras investigaciones se hayan realizado desde entonces, produciéndose publicaciones más actualizadas sobre el tema, pero que no implican cambios sustanciales en lo que se pretende transmitir en esta aproximación. Además, puede permitir correlaciones y comparaciones con frentes tectónicos de otras zonas de España, que pueden haber tenido una evolución geológica semejante.

Este trabajo trataba de mostrar una visión de la estructuración y sedimentación del complejo frente del NNE de la Isla, porque su proximidad al mar Caribe y el embargo de información, promovido por EEUU, hacía difícil que la comunidad geológica cubana accediese a información que podría ayudar en la prospección de hidrocarburos de sus aguas territoriales. En estas aguas se habían depositado grandes esperanzas por considerar, equivocadamente, que gran parte de ellas eran una extensión del productivo y próximo Golfo de México. Así que, ayudar a la comunidad cubana, constituyó el objeto primordial de aquella presentación.

El primer problema del cinturón orogénico radica en que no existe un consenso en la ordenación paleogeográfica de las publicaciones clásicas que tratan de hacerlo y al expresarlo a modo de Terrenos (Furrazola-Bermúdez *et al.*, 1964; Bresznyánszky *et al.*, 1978; Iturralde-Vinent, 1981 y 1994; Cobiella, 1983; Ball *et al.*, 1985; Hatten *et al.*, 1988), cabe la duda de si estos Terrenos son coincidentes o no, con

auténticos segmentos paleogeográficos previos a la deformación. Ello implica que la estimación de las flechas que alcanzan los acortamientos tectónicos y la magnitud y localización de las teóricas, pero presentes, rampas laterales, sea una gran conjetura, por lo que no será tratado en este trabajo.

A modo de resumen, la complejidad de este frente deriva de:

- Un dilatado tiempo (Campaniense-Eoceno Medio-Superior) de actividad orogénica compresiva al que sucede un proceso, llamado neoplatafórmico, de formación de cuencas sedimentarias.

- Una elevada pendiente de los sucesivos taludes que promovieron el deslizamiento de fragmentos poco o nada organizados del Mesozoico, junto a otros de tipo olistostromático.

- La incorporación al prisma tectónico y consiguiente verticalización, en continuo, de unidades tectónicas y olistostromas.

- Las fallas extensivas rotadas que aparentan “falsos cabalgamientos”, que en ocasiones buzan al SSE, contrarios a la contracción y estructuración dominantes.

- La superposición en vertical y la progradación de las masas deslizadas, cuyos límites resultan difíciles de segregar en las líneas sísmicas.

- La ausencia de una contrastada distribución paleogeográfica de los diferentes Terrenos, que las citas bibliográficas clásicas describen, lo que motiva que la interpretación estructural, sea sólo una aproximación.

- Que la interpretación esté basada en las imágenes sísmicas y algunos de los cientos de sondeos que buscaban hidrocarburos y que fueron perforados merced a la colaboración provista por la URSS.

- Finalmente, que los afloramientos en el segmento emergido (isla de Cuba) sean discontinuos, aislados y cubiertos por un suelo con vegetación exuberante, no favorece ni sirven de modelo tanto sedimentario como estructural. A pesar de ello, las fases y procesos que motivaron

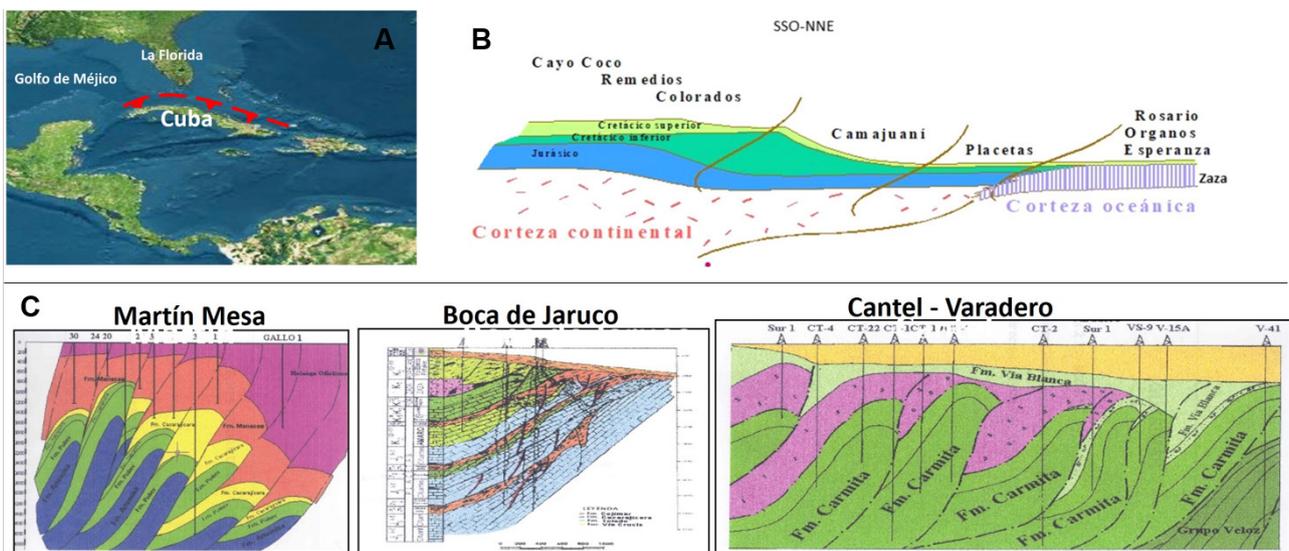


Fig. 1.- Situación del área de estudio y dos modelos de ordenación paleogeográfica de los Terrenos existentes desde la plataforma a las aguas profundas (tomado de Furrazola-Bermúdez *et al.*, 1964; Hatten *et al.*, 1988).

la complejidad de este cinturón tecto-sedimentario, pueden ordenarse en:

1. Creación en el Campaniense-Maastrichtiense de un primer talud de alta pendiente y deslizamiento de un primer olistostroma.
2. Paroxismo compresivo y olistostromas sucesivos y masivos, que se superponen y/o progradan por taludes y cuenca.
3. Verticalización de unidades, plegamiento, y nuevas masas deslizadas, de diverso tipo, entre el Eoceno Inferior y el Holoceno.

A diferencia de Cuba, los frentes tectónicos de la península ibérica no plantean los problemas de ordenación paleogeográfica, a modo de Terrenos, previo a la deformación estructural, lo que los hace más accesibles a su interpretación final. Por el contrario, en Cuba, dada la, a veces notable, convergencia de facies sedimentarias (talud y cuenca) y la elevada deformación estructural final, así como la dificultad de los afloramientos, generalmente aislados y cubiertos de una densa vegetación, la interpretación no es fácil por falta de consenso, pero se pueden encontrar numerosas publicaciones que tratan de aproximar la organización pre-tectónica que se utilizó para la presentación citada inicialmente (Fig. 1).

Material y métodos

Los perfiles sísmicos que sustentan la interpretación presentada en este trabajo provienen en su totalidad de los adquiridos por Repsol Exploración con objeto de investigar las posibilidades petrolíferas del *offshore* del NNE de la Isla de Cuba occidental. Las líneas sísmicas fueron adquiridas con una elevada cobertura ($\pm 90\%$), por lo que consiguieron una buena definición regional y local de la deformación tectónica y del registro sedimentario correlacionado. A pesar de ello, conviene añadir que dada la longitud de estas líneas y la difícil, a veces imposible, restitución en profundidad, especialmente cuando registraron masas olistostromáticas cuyas velocidades sísmicas de tránsito son desconocidas y posiblemente muy variadas, las figuras que las ejemplifican en este trabajo no incluyen escalas horizontal y vertical en profundidad. Por tanto, en muchas ocasiones tan solo se presenta una localización regional, localización que proporciona una aproximación sobre la longitud real de las mismas, ya que permite compararlas con los 60-80 km de extensión o anchura media de la Isla de Cuba. Además, es necesario indicar que, debido a que una sobrecarga de tensión destruyó gran parte de los archivos, el espaciado entre los puntos de tiro y el número de ellos que podría resolver los problemas de escala, tal y como han sugerido los revisores de este trabajo, no ha podido ser satisfactoriamente resuelto, lo que no impide indicar que los perfiles sísmicos incluidos en las figuras tienen una longitud media aproximada de 100-130 km.

Sedimentación y tectónica en el frente NNE de Cuba

Como se ha indicado anteriormente, el cinturón geológico del NNE de Cuba es tan complejo que tan solo con

los cientos de sondeos que buscaban petróleo y gas, perforados antes, durante y bajo la colaboración de la URSS, se pueden llegar a aproximar los procesos sedimentarios y tectónicos ocurridos. Estos procesos se pueden sintetizar en:

1. Existencia de un talud de alta pendiente, que fue activo mediante tectónica contractiva y gravitatoria durante largo tiempo (Cretácico Superior-Eoceno Superior), hasta que la tectónica contractiva culminó de forma general al final del Eoceno Medio.
2. Deslizamiento de olistostromas masivos o multiepisódicos que se intercalan con series sedimentarias del autóctono y del parautóctono y que, más tarde, son incorporados al sistema contractivo.
3. Numerosas repeticiones tectónicas en los Terrenos, no segmentos paleogeográficos (Zaza, Esperanza, Órganos, Rosario, Placetas, etc.) y de unos sobre otros, que acabaron por adoptar una estructuración de alta pendiente.
4. Cabalgamientos y retro-cabalgamientos, tanto precoces como tardíos, en los segmentos externo e interno del frente tectónico.
5. Olistostromas precoces que llegan a alcanzar a la plataforma de La Florida.
6. Antiformas, de origen tectónico desconocido y de escaso relieve en las sucesiones profundas del Jurásico y Cretácico.
7. Deslizamientos precoces y tardíos cortados por fallas extensionales.
8. Apilamiento de viejas unidades deslizadas.
9. Fallas extensivas de bajo ángulo que alcanzan el fondo marino actual y llegan a producir altos y bloques paralelos, que en función de que involucren al Mesozoico conforman o no objetivos exploratorios.
10. Deslizamientos muy actuales, de reducido espesor.

Aunque los diez procesos enumerados, se utilizarán para ordenar las figuras y apartados siguientes, conviene señalar que, a excepción de los correspondientes a los números 1, 9 y 10, los demás no pretenden indicar una ordenación temporal, porque dada la complejidad de este frente, es muy difícil establecerla. Finalmente, hay que indicar que no se separan los olistostromas s.s., flujos en masa y demás procesos gravitatorios, porque la resolución de las imágenes sísmicas no permiten hacerlo con suficiente fiabilidad.

A pesar de las incertidumbres, una posible evolución tectónico-sedimentaria, podría establecerse en: un primer talud en Rosario, Órganos y Zaza, un primer olistostroma en Vía Blanca-Bacunayagua, paroxismo contractivo en Camajuani, deslizamientos masivos en Vega Alta-Sagua, verticalización y plegamiento de Terrenos y Olistostromas en Colorados y superposiciones anormales producidas por pseudo cabalgamientos producidos por fallas extensionales, y finalmente, verticalización por continuidad del sistema contractivo que llega a producir que estos “falsos cabalgamientos” bucen al SE. Todo ello conduce a la diferenciación de un, llamémosle, frente interno, en extremo complejo y otro externo con geometría más aproximada a la clásica de un cinturón o frente compresivo.

Talud de alta pendiente

Es evidente que el original o primer talud no ha podido ser registrado por ninguna línea sísmica, pero puede ser deducido por los procesos que su existencia y actividad indujeron (Fig. 2), desde el Paleoceno-Eoceno Inferior en los diferentes dominios paleogeográficos (Pindell, 1994; Iturralde-Vinent, 1998).

Deslizamiento de olistostromas masivos o multi-episódicos

Son muchas las líneas sísmicas que muestran como los deslizamientos tipo olistostroma se intercalan con series sedimentarias del autóctono y del parautóctono, y es no-

torio que pueden distinguirse dos tipos de deslizamientos: masivos o de elevado espesor, dentro de los cuales es difícil segregar los posibles o probables episodios de deslizamiento, y otros en los que esta segregación es factible (Fig. 3A) cuando se atiende a los relieves de su techo.

Repeticiones tectónicas intra-terrenos (Zaza, Esperanza, Órganos, Rosario, Placetas)

Como en el caso anterior, Iturralde-Vinent (1981, 1998) muestra cómo tanto los Terrenos diferenciados como los olistostromas que se asignan a los diferentes Terrenos, fueron repetidos por la contracción tectónica que afectó al cinturón que se describe (Fig. 3B). Nótese que la información

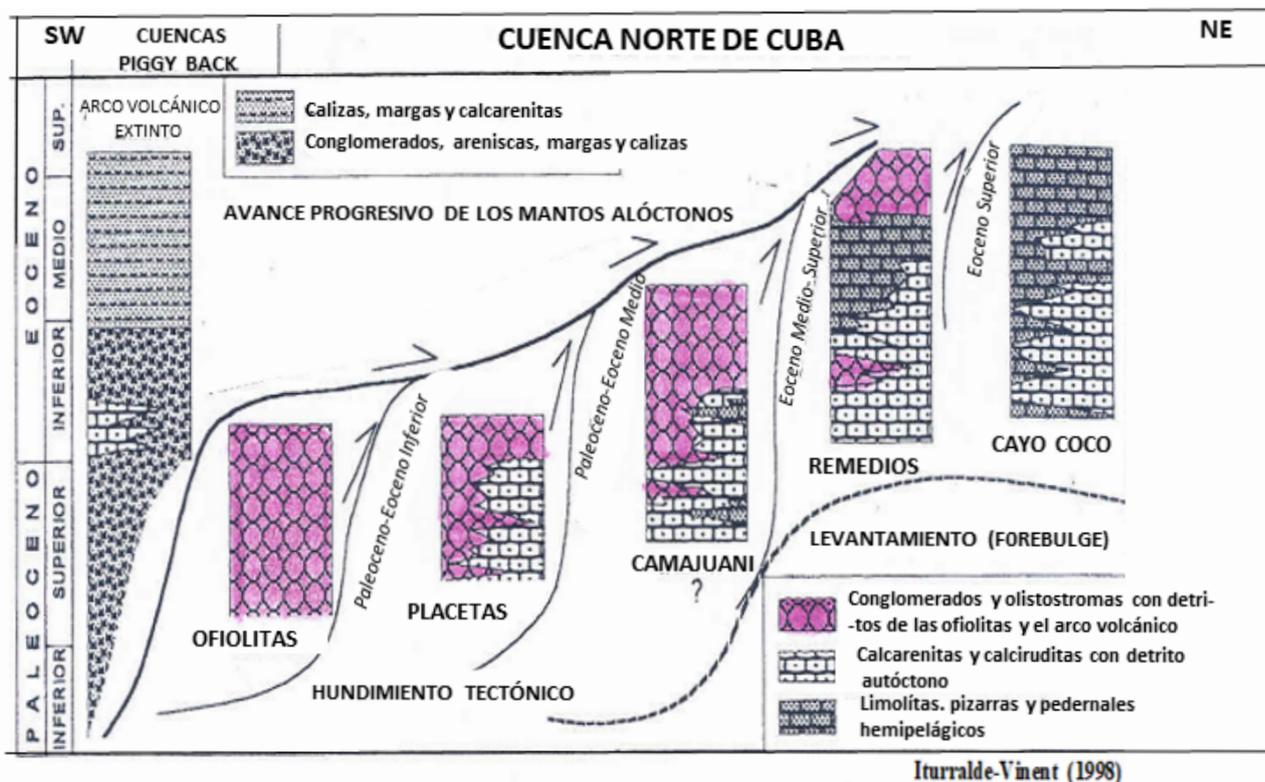


Fig. 2.- Esquema de los deslizamientos hacia los diferentes sectores paleogeográficos desde un posible primer talud de alta pendiente (modificado de Iturralde-Vinent, 1998).

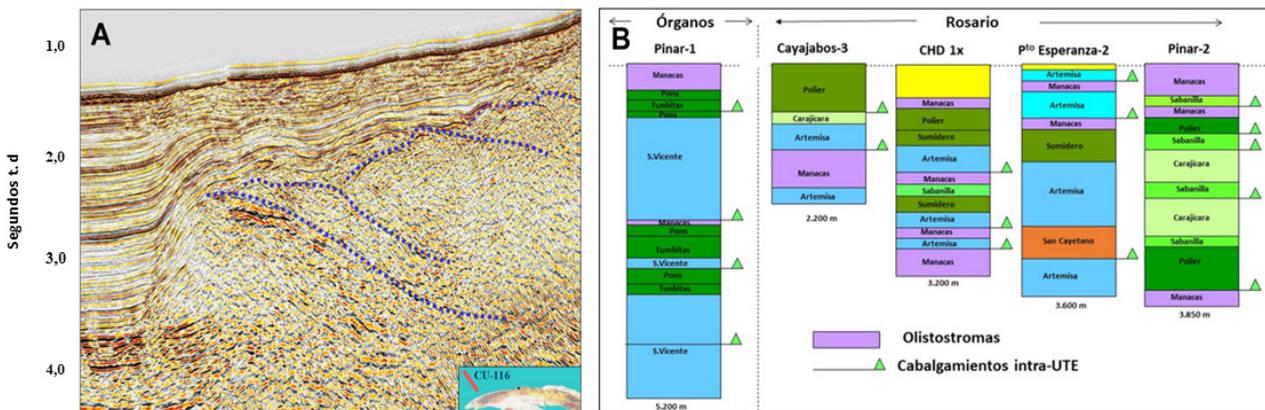


Fig. 3.- A) Deslizamiento aparentemente masivo que, desde los diferentes relieves de su techo, puede ser segregado en un mínimo de cuatro-cinco. B) Columnas donde se muestran las numerosas repeticiones que desde los sondeos y el conocimiento de las litofacies y biofacies han sido reconocidas (tomado de Iturralde-Vinent, 1998).

proviene de sondeos de investigación petrolífera, porque solo ellos, y no los afloramientos de la Isla de Cuba, permiten constatar estas repeticiones.

Cabalgamientos y retro-cabalgamientos tardíos en los segmentos externo e interno del frente tectónico

Es importante notar que la frecuencia de ambos no es la misma, pues es indudable que son mucho más frecuentes las imágenes de líneas sísmicas que acreditan los cabalgamientos hacia el NNE en ambos segmentos estructurales, ante todo, cuando se habla de tardíos; ya que son pocos los cabalgamientos de vergencia SSO que alcanzan la proximidad del fondo marino profundo (Fig. 4).

Olistostromas precoces que llegan a alcanzar a la plataforma de La Florida

Aunque las líneas sísmicas permitan diferenciar mu-

chos deslizamientos olistostrómicos, son realmente pocos aquellos que pueden ser calificados de precoces, y ya sean masivos o delgados, puede interpretarse que su deslizamiento, muy próximo al techo del Paleoceno, alcanzó hasta la proximidad de la plataforma continental de La Florida (Fig. 5). Esta circunstancia quizás indica que las primeras o primitivas fases contractivas fueron las de mayor intensidad y, por consiguiente, mayor fue el desplazamiento de los olistostromas que indujeron.

Antiformas en el autóctono

Aunque haya problemas para convertir la escala vertical en tiempo de las imágenes sísmicas a esquemas en profundidad, por el simple motivo de desconocer las velocidades de intervalo, especialmente de los espesos olistostromas, algunas líneas sísmicas muestran la presencia de antiformas en el autóctono Cretácico-Jurásico (Fig. 6) que, en ocasiones, parecen motivadas por fallas inversas

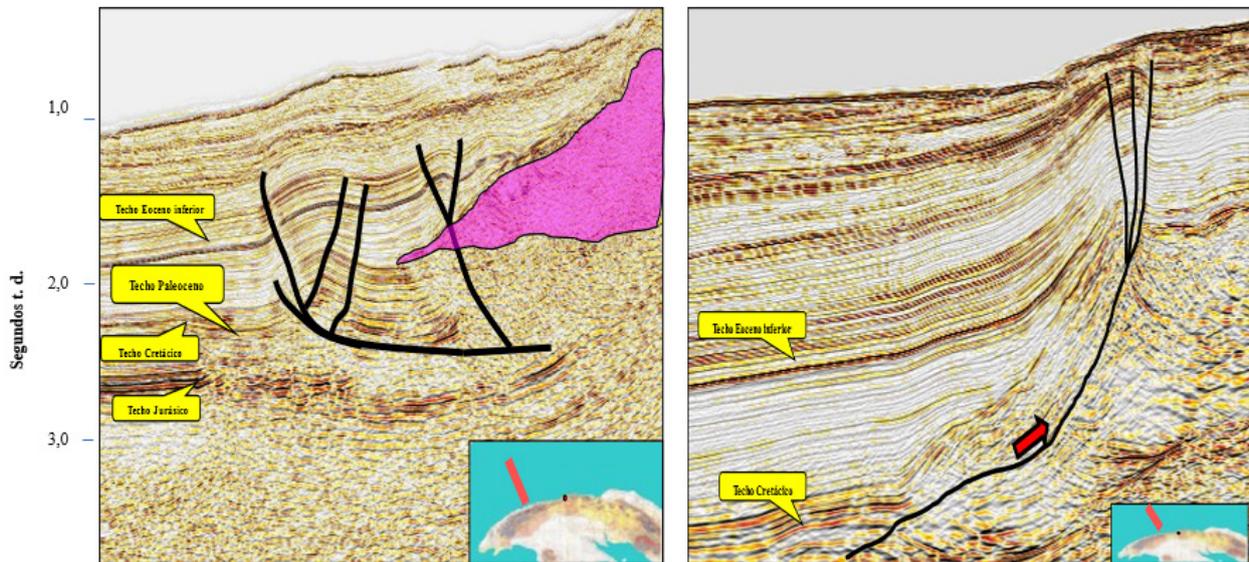


Fig. 4.- Líneas sísmicas con imágenes de cabalgamientos y retro-cabalgamientos.

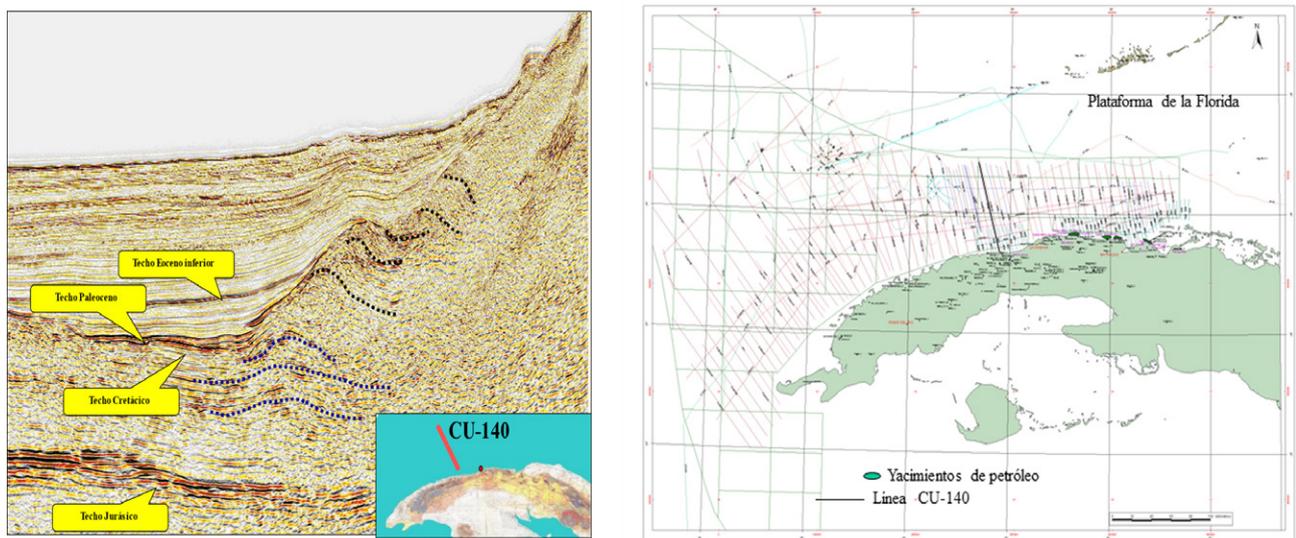


Fig. 5.- Línea sísmica mostrando un olistostroma multifásico que se desplazó hasta la plataforma de la Florida en un tiempo próximo al techo del Paleoceno.

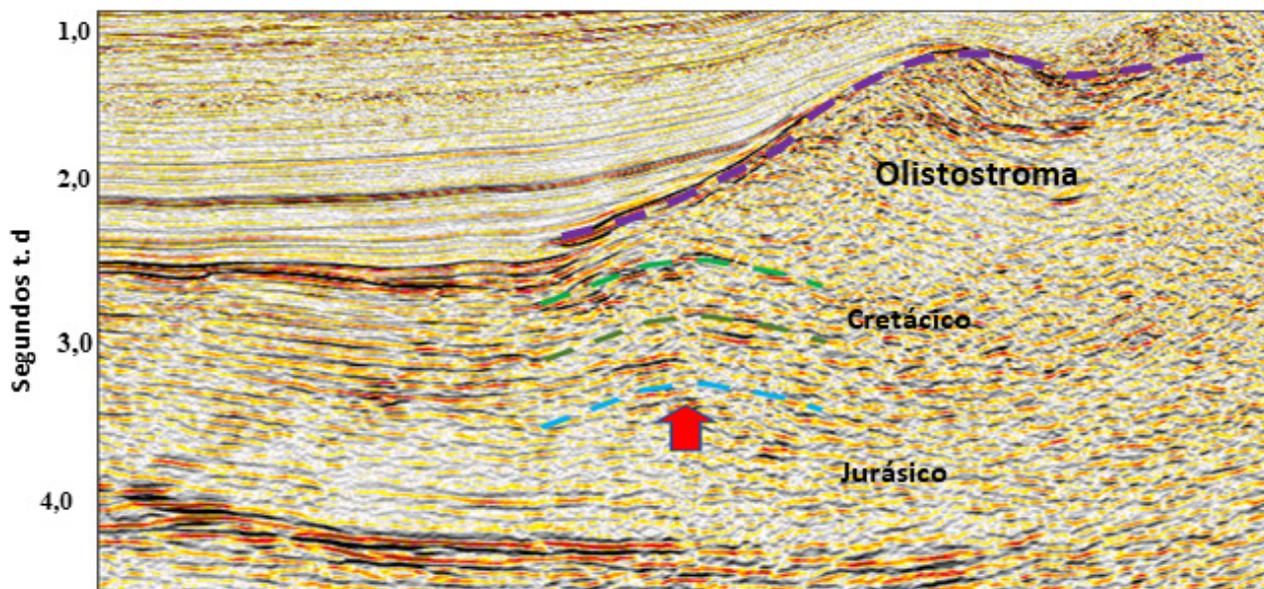


Fig. 6.- Línea sísmica que muestra una probable antiforma en el autóctono Cretácico y posible techo del Jurásico.

de escasa continuidad y magnitud, y que podrían provenir de una fase tectónica no descrita pero, posiblemente, muy anterior a la que superpuso y verticalizó los Terrenos diferenciados. Cómo esta fase, en el caso de existir, no introdujo grandes transformaciones en la evolución tectónica y sedimentaria del frente que se trata de describir, no se insiste en su importancia para la estructuración final.

Fallas extensionales y antiformas

Las fallas extensionales que cortan los olistostromas precoces o tardíos son poco frecuentes, pero vienen a complicar la interpretación tectosedimentaria de este frente por dos motivos: a) porque no dejan de indicar que dicho frente sigue en extensión, y b) porque producen antiformas en las que es difícil determinar si su origen es contractivo o extensivo, y si contienen un potencial exploratorio, fácil de investigar por nuevos sondeos (Fig. 7).

Apilamiento de antiguas unidades deslizadas

Las masas deslizadas tipo olistostroma deslizaron desde el Cretácico Superior, ya que el primer talud correspon-

de a esa edad, pero dado el paroxismo del Paleoceno, durante este periodo de tiempo se registra no solo una mayor frecuencia de ellas, sino el apilamiento o superposición de muchas. Este apilamiento, que a veces puede interpretarse que registra una sensible desaceleración, es el que probablemente ocasiona el esquema tipo retrogradación que se observa en la Figura 8A.

Fracturación extensional de bajo y medio ángulo

A lo largo del frente tectónico aparece un sistema de fallamiento extensivo que está muy irregularmente distribuido, pues se pasa de sectores donde es muy visible a otros donde prácticamente no existe. El sistema contiene tanto fallas que distribuyen teóricos prospectos exploratorios en el Cretácico, como inusualmente fallas que alcanzan el actual fondo marino, lo que motiva que el episodio sea considerado de una fase de deformación muy tardía, que se considera exenta de interés exploratorio. Por el contrario, el sistema puede proporcionar prospectos exploratorios de interés, si permite visualizar y cartografiar cierres estructurales en el Jurásico profundo (Fig. 8B).

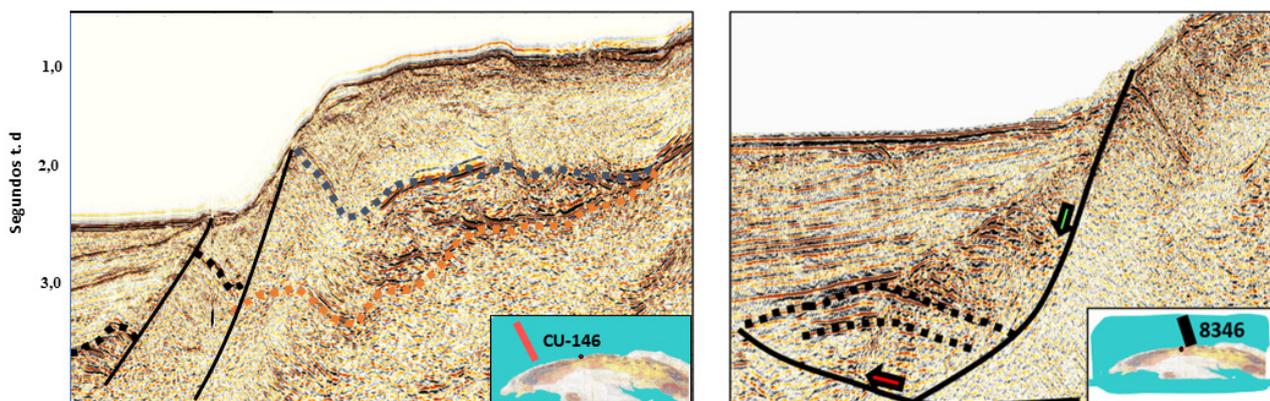


Fig. 7.- Fragmentos de líneas sísmicas mostrando la actual extensión tectónica del frente.

Deslizamientos de espesor reducido actuales

Por último, para insistir en que una de las características más notables de este frente del NNE de Cuba es la continuidad en el tiempo de muchos de los procesos previamente descritos, se añade la Figura 8C, que muestra un delgado y actual deslizamiento.

Discusión

Son muchas las incertidumbres que debido a la complejidad del frente tectónico del NNE de Cuba, han sido trasladadas al texto y las figuras precedentes. De todas ellas, la diferenciación y ordenación paleogeográfica de los Terrenos, quedaría fuera de nuestro alcance y conocimientos, sin embargo, se pueden discutir los siguientes aspectos:

- La exacta o aproximada localización de un primer talud de alta pendiente, porque tal y como se ha indicado, éste ha sido modificado y destruido por la continuidad contractiva, y es así como habría que imaginarlo por los olistostromas que produjo en los diferentes dominios paleogeográficos (Fig. 2) durante el Paleoceno-Eoceno Inferior, descritos por Iturralde-Vinent (1981, 1994).

- Las líneas sísmicas analizadas no permiten albergar dudas de la existencia de deslizamientos tipo olistostroma, de aspecto masivo o con posibilidades de diferenciar más de un episodio, hecho que además es confirmado por las series estratigráficas cortadas por los sondeos (Fig. 3A).

- A partir de los sondeos, se pueden constatar las múltiples repeticiones tectónicas que afectan a Terrenos y Olistostromas, y que son consecuencia de la activa e incesante tectónica contractiva (Fig. 3B).

- Mediante las imágenes proporcionadas por las líneas sísmicas, se pueden diferenciar cabalgamientos y retro-cabalgamientos en los segmentos externo e interno de este frente del NNE de Cuba. Sin embargo, se puede dudar de la calificación de tardíos por el hecho de que la traza de los retro-cabalgamientos alcance sedimentos muy posteriores al Eoceno, ya que puede deberse a un ligero reajuste tardío de fallas previas (Fig. 4).

- Los mapas de posición y las líneas sísmicas no permiten albergar dudas de que algunos olistostromas precoces llegaron a deslizar hasta la proximidad de la plataforma de La Florida (Fig. 5).

- La presencia de antiformal en el autóctono profundo no es siempre conceptualmente aceptable, pues de la Figura. 6, que recoge una de ellas, puede dudarse por la dificultad de restituirla en profundidad cuando la antiformal es observada próxima a un olistostroma de gran espesor, ya que si éste es de baja velocidad puede generar un posible efecto de falso levantamiento (*pull-up*). La Figura 7B, que recoge otra de estas antiformalas, no llega a despejar las dudas de si se debe a un cabalgamiento o a una falla extensional, dilema frecuente que no puede ser tratado con toda la atención que merece por la ausencia de datos fiables.

- Muchas líneas sísmicas muestran la superposición, el apilamiento y, quizás, la progradación hacia el NNE de los olistostromas, pero debido a la dificultad de segregar diferentes deslizamientos en el seno de las masas deslizadas, el proceso es confuso, como en el caso de la Figura 8A, en el que diferenciar el deslizamiento basal es, sin duda, problemático o atrevido.

- El sistema de fallas extensionales de bajo y medio ángulo (Fig. 8B) compartimenta al Cretácico, pero ni su

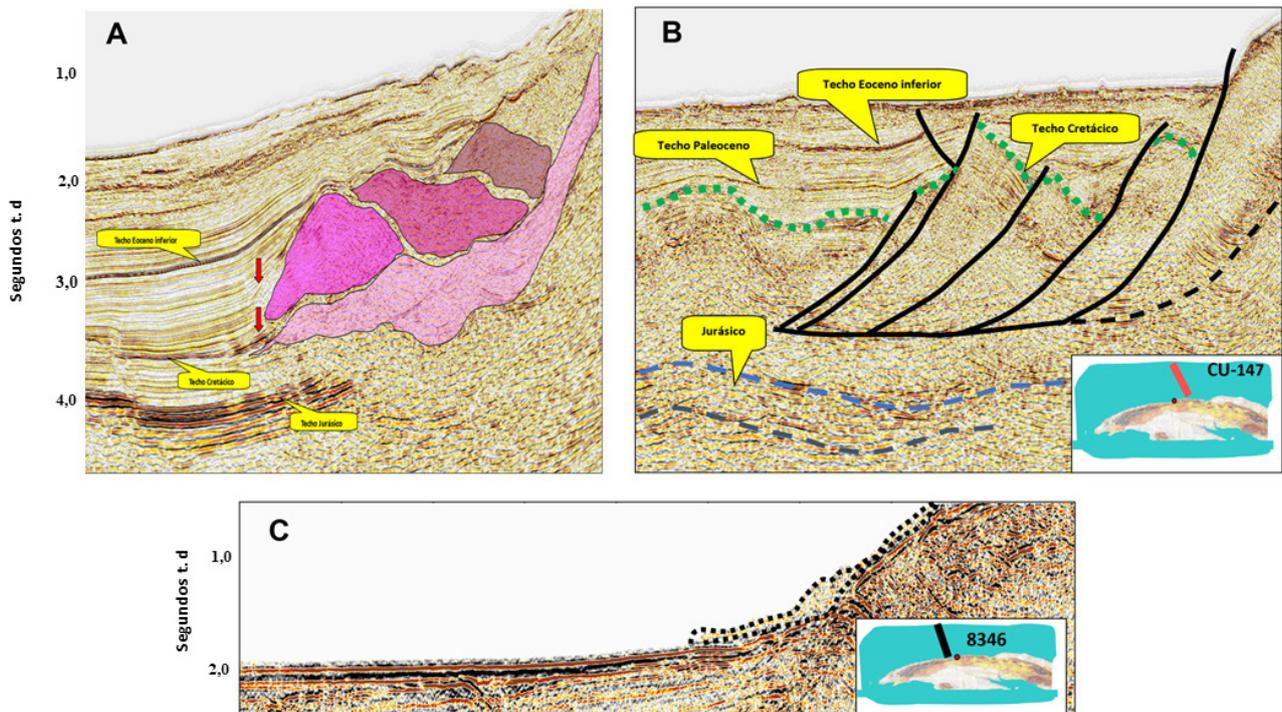


Fig. 8.- A) Imagen sísmica que muestra el apilamiento de masas caóticas tipo olistostroma que son especialmente frecuentes en el Paleoceno-Eoceno Inferior. B) Sistema de fallas de bajo y medio ángulo que, por afectar al fondo marino actual, es considerado de fase tardía. C) Deslizamiento actual, de delgado espesor que no parece cortado por las fallas precedentes.

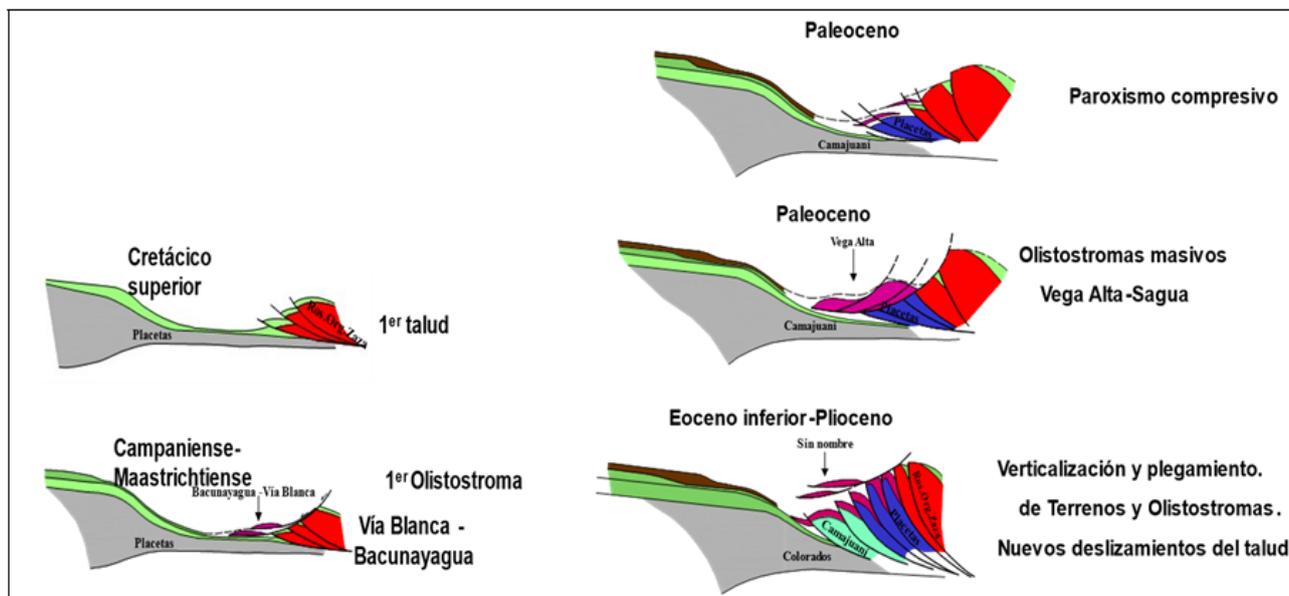


Fig. 9.- Las cinco fases principales de la deformación.

edad, ni si es epidérmico (sólo Cretácico) o deriva de una extensión que afectó al Jurásico, está comprobado. Para constatarlo se necesitaría una malla sísmica más densa y una mejor definición de los horizontes profundos.

- No hay por qué dudar que el frente tectónico sigue activo, pues en las líneas sísmicas se pueden observar con nitidez deslizamientos sobre el actual fondo marino (Fig. 8C), aunque dada la delgadez de los mismos, si se compara con muchos de los precedentes, cabe preguntarse si se asiste a una desaceleración de su actividad.

Conclusiones

Según lo descrito en los apartados precedentes, el cinturón orogénico del NNE de Cuba es producto de una larga evolución tectónica y sedimentaria (Fig. 9). De forma muy sintética, la historia geológica de esta zona se podría aproximar a: 1) un primer talud en el Cretácico Superior conformado por los Terrenos de Rosario, Órganos y Zaza, 2) un primer Olistostroma (Vía Blanca-Bacunayagua), 3) un paroxismo contractivo en el Paleoceno y olistostromas masivos (Vega Alta-Sagua), y 4) una verticalización y plegamiento de Terrenos y olistostromas, y nuevos deslizamientos desde el talud.

Agradecimientos y financiación

A la editora Nieves López-González por su ayuda y observaciones al primer texto enviado. A los compañeros de Repsol Exploración Cristina Solla, Sofia Soriano, Susana Torrescusa, Carlos Ríaza y Pujianto Lukito, porque ellos me proporcionaron el acceso a las líneas sísmicas que sustentan este trabajo. También me gustaría agradecer a Enrique A. Castellanos Abella y un revisor anónimo, por las mejoras que sugirieron en el texto y las figuras. La presente investigación no ha recibido ayudas específicas provenien-

tes de agencias del sector público, sector comercial o entidades sin ánimo de lucro.

Referencias

- Ball, M.M., Martin, R.C., Bock, W.D., Sylwester, R.E., Bowles, M., Taylor, D., Coward, E.L., Dodd, J.E., Gilbert, L., 1985. Seismic structures and stratigraphy of the northern edge of the Bahamas-Cuban collision zone. *American Association of Petroleum Geology Bulletin*, 69(8): 1275-1342.
- Bresznyánszky, K., Iturralde-Vinent, M., 1978. Paleogeografía del Paleógeno de Cuba oriental. *Geologie en Mijnbouw*, 57(2): 123-133.
- Cobiella, J., 1983. Propuesta de una nueva unidad litoestratigráfica en el Eoceno de Cuba oriental. *Revista Geología y Minería*, 2: 29-56.
- Furrázola-Bermúdez, G., Judoley, C., Mijailovskaya, M., Mirolivov, Y., Novojatsky, I., Núñez-Jiménez, A., Solsona, J.B., 1964. *Geología de Cuba*. Editorial Universitaria, La Habana. 239 pp.
- Hatten, C.W., Somin, M.L., Millán, G., Renne, P., Kistler R.V., Mattinson, J.M., 1988. Tectonostratigraphic units of Central Cuba. *Memorias XI Conferencia Geológica del Caribe, Barbados*: 1-13.
- Iturralde-Vinent, M.A., 1981. Nuevo modelo interpretativo de la evolución geológica de Cuba. *Revista de Ciencias de la Tierra y del Espacio*, 3: 51-89.
- Iturralde-Vinent, M.A., 1994. Cuban Geology: A new plate tectonic synthesis. *Journal of Petroleum Geology*, 17(1): 39-70.
- Iturralde-Vinent, M.A., 1998. Sinopsis de la constitución geológica de Cuba. *Acta Geológica Hispánica*, 33(1-4): 9-56.
- Pindell, J.L., 1994. Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean. In: Donovan, S.K., and Jackson, T.A. (Eds.). *Caribbean geology: An introduction*. University of the West Indies Publishers' Association, Kingston, pp. 13-39.

MANUSCRITO RECIBIDO: 06-06-2023

REVISIÓN RECIBIDA: 04-10-2023

ACEPTACIÓN DEL MANUSCRITO REVISADO: 06-11-2023