

GP-04

EVENTOS GEOAMBIENTALES DEL PLIOCENO-CUATERNARIO EN EL REGISTRO SEDIMENTARIO DEL KARST EN LA RIVERA OESTE DEL RÍO COJÍMAR, PROVINCIA LA HABANA, CUBA

Reinaldo Rojas-Consuegra (1), Jesús M. Pajón (2), Jorge Isaac-Mengana (3)

(1) Museo Nacional de Historia Natural. Obispo 61, Plaza de Armas, La Habana Vieja, La Habana, Cuba. CP: 10 100. Tel. 862.03.53, Email: rojas@mnhnc.inf.cu

(2) Museo Nacional de Historia Natural. Obispo 61, Plaza de Armas, La Habana Vieja, La Habana, Cuba. CP: 10 100. Tel. 8639361-ext.113, Email: jesusmpajon@gmail.com

(3) Casa Museo Alejandro de Humboldt. Oficinas 254, entre Sol y Muralla, La Habana Vieja, La Habana, Cuba. CP: 10 100. Tel. 863.98.50, Email: humboldt@bp.patrimonio.ohc.cu

RESUMEN

En la actualidad se presta especial atención a la lectura del registro sedimentológico en función de la interpretación paleoambiental de las áreas kársticas. El presente trabajo, tiene como base la documentación detallada del relleno sedimentario presente en oquedades kársticas en el área de la Talanquera (Cojímar), provincia La Habana. Se hace su interpretación compleja, dadas las peculiares características que exhibe. Se aplica el término “varvas” a las láminas de lutitas carbonosas, oscuras, que se distinguen en varios intervalos del relleno kárstico. Se deduce la relación, de que la estructura presente en este relleno, con los movimientos tectónicos experimentados por el bloque geológico local, el cual sufrió basculación gradual de sur a norte (descendente). Se hacen inferencias sobre la evolución geoambiental del área, mediante la correlación litofacial del relleno registrado. Se identifica una secuencia general de facies (y asociación de facies), de espesores centimétricos: 1. Facies de lutita carbonosa laminar (varvas); 2. Facies de brecha, de clastos irregulares de lutitas carbonosas; 3. Facies de arcilla roja, ferralítica, consolidada. Aparecen intercalaciones irregulares de capas carbonáticas (posibles sinter). Se concluye que, las varvas lutíticas, posiblemente biogénicas, se acumularon en un medio de baja energía, durante un relativamente largo tiempo, en un medio palustre; las brechas se originaron durante eventos de alta energía en condiciones endokársticas, de escasa duración; finalmente, la arcilla roja colmató las oquedades en un medio vadoso, durante una inundación extrema (inundita), con probabilidad asociada paleolluvias extremas. El registro documentado evidencia eventos geoambientales de probable edad Plioceno-Cuaternario, donde se manifiestan eventos meteorológicos extremos, con una posible influencia paleoclimática.

Palabras Clave: Registro sedimentológico, paleoambiental, varvas, Cuaternario, karst, facies, lutitas.

ABSTRACT

Special attention is being given nowadays to deciphering the sedimentary record through the interpretation of paleoenvironmental data from karst terrains. The work described here is based on the detailed documentation of the infill sedimentary deposits from karst-associated cavities in the Talanquera (Cojímar) area, in the province of Havana. The interpretation is complex largely because of the peculiar characteristics that these deposits exhibit. The term, “varves”, is applied to the dark, organic layers observed at various intervals within the karst infill sequence. The relationship of the structure of these infill deposits with respect to the tectonic movements that affected the local geologic block faulted unit is inferred. The area apparently underwent a gradual tilting from south to north (descending). We also propose a lithofacies correlation of the recorded infill deposits. A general sequence of facies (and facies associations) is identified having an overall thickness on the order of centimetres. This sequence consists of: 1. Carbon-rich, laminar lutite facies (varves); 2. Facies characterized by breccia of lutite clasts; 3. Red, iron-rich, compacted clay facies. Irregular intercalations of carbonate-rich layers (possibly sinters) are also present. We conclude therefore that the lutite varves, of possible biogenic origin, formed within a low-energy environment over a relatively long period of time in a marshy environment. The breccias originated during high-energy events of short duration under endokarst conditions. Finally, the red clay filled in the cavities within a vadose environment during an extreme flooding event, probably associated with extreme pluvial activity. The record places in evidence geoenvironmental processes during the Pliocene-Quaternary interval in which extreme meteorological events took place and which has possible paleo-climatic implications.

Key words: Sedimentary record, karst, facies, varves, lutites, events, Pliocene-Quaternary

INTRODUCCIÓN

La Estratigrafía, actualmente, presta atención a la lectura del registro sedimentológico en función de la interpretación paleoambiental. En el presente trabajo se presta atención, en base a la documentación detallada del relleno sedimentario de las oquedades kársticas del área de la Talanquera (Cojímar), a su interpretación compleja, tomando en cuenta las peculiares características que presenta. Esta es en la actualidad una línea de estudio necesaria y oportuna.

Hoy el término “varvas” se ha aplicado a cualquier pareja de capas finas o láminas de materiales diferentes originados durante un año (Anadón, 1992). Se definen, también, como láminas depositadas con periodicidad anual en algunos medios lacustres (Vera, 1994). En concordancia con estos conceptos, en éste trabajo, se aplica el término varvas a las láminas de lutitas carbonosas, que se distinguen en el relleno de las oquedades estudiadas, las cuales al parecer se acumularon en un medio palustre - lacustre, donde el karst permaneció inundado.

Se ensaya la interpretación de la relación de la textura y estructura del relleno del karst, con los movimientos neotectónicos y cuaternarios que experimentó el bloque del área estudiada. Se hacen inferencias en la interpretación de la evolución geoambiental del área, teniendo como base la correlación litológica entre el relleno de las oquedades documentadas. Los eventos paleoclimáticos se reconocen mediante el análisis paleoclimático de los sedimentos (Vera, 1994). En este sentido se hacen deducciones y propuestas sobre la posible ocurrencia de algunos eventos significativos en la evolución de la sedimentación en el lapso de tiempo, post Mioceno medio a la actualidad; esencialmente, Plioceno-Cuaternario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la inspección general del área, haciéndose la toma de numerosas fotografías y la documentación general de las formaciones presentes. Las oquedades fueron registradas con el mayor detalle posible. Se confeccionaron las columnas litológicas de cuatro de las principales oquedades, reflejando sus características a una escala centimétrica. Estas fueron usadas para la correlación litológica e interpretación de los eventos y procesos deducidos.

Se prepararon esquemas con el desciframiento de los rasgos presentes en las fotos, según fuera necesario para una mejor explicación textual. Se hizo la observación bajo la lupa de las litologías y materiales estudiados, para la identificación y uso de la nomenclatura más adecuada. Se llevó a cabo la identificación de los microfósiles hallados, para su uso en la interpretación de los ambientes de deposición.

Contexto geológico

La sección general de estudio está situada a lo largo de la calle 152, desde la antigua cantera de Cojímar hasta la calle 7ma, en el tope de La Talanquera, subiendo desde la llamada rotonda de Cojímar hacia el norte, a la entrada sureste del poblado.



Figura 1. Vista de las calizas de la Fm. Güines, al lado oeste de la calle 152, en la subida hacia la Talanquera.

En la base del corte, en la antigua cantera se explotaban las margas y calizas de la Fm. Cojímar (Palmer, 1934), de edad Mioceno Inferior a Medio. Hacia arriba en dirección al norte, aparecen las calizas biodetríticas, masivas, pertenecientes a la

Fm. Güines (Humboldt, 1826), (Figura 1), de edad Mioceno Medio (IGP, 2004).

Hacia el norte, el relieve desciende significativamente, aflorando la Fm. Jaimanitas (Brödermann, 1940) de edad Pleistoceno Superior; llegando a la playa “El Cachón”, donde se abre la desembocadura del río (Figura 2).

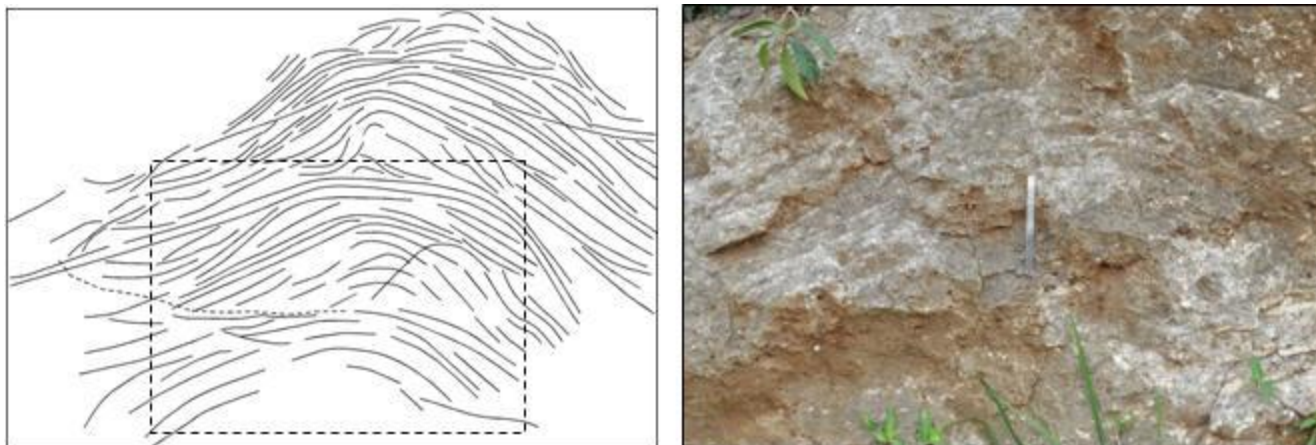
Figura 2. Mapa geológico 1:250 000 de la ACC, 1985). Imagen de *Google map*). Se observa la morfología meandriforme del cause del río Cojímar. (El rectángulo indica la ubicación del área de trabajo).



En algunos sitios las calizas presentan una estratificación cruzada particular, formando estructuras parecidas a “paleodunas”, aunque su génesis parece haber ocurrido en condiciones submarinas someras, a juzgar por los fósiles que contienen.

Las calizas yacen con $012^{\circ} / 18^{\circ}$, y aparecen atravesadas por grietas y oquedades kársticas de algunas decenas de centímetros.

Estas pueden contener diferentes tipos de relleno, a saber: aglomerado de perdigones oxidados, material carbonoso laminado, sinters de calcita, druzas de calcita, algunas en forma de geodas, material arcilloso carbonatado, arcillas ferralíticas y otros materiales diagenéticos.



Las oquedades estudiadas están horadadas, por efectos de la karstificación, en calizas biodetríticas, de grano medio a fino, compactas, de aspecto homogéneo, algo recristalizadas. Estas son de color gris claro en la superficie intemperizada y blanco amarillentas en su interior (Fm. Güines). Las calizas en algunos niveles son biogénicas, y se identifican gasterópodos, bivalvos pectínidos, ostreidos y otros, equinodermos, icnofósiles, y el coral solitario *Scolymia* cf. *lacera* (“Copita borracha”, ver: González-Ferrer, 2004). En otras partes no se observan macrofósiles, donde la textura es homogénea, masiva, y a veces con laminación evidente (Figura 3).

Figura 3. Las calizas exhiben estratificación cruzada y laminación paralela (foto y esquema), posiblemente correspondiente a un abanico de arena. (El recuadro señala al área de la fotografía).

La especie de coral *Scolymia lacera* actualmente habita en fondos duros arrecifales, entre 5 y 50 m de profundidad, y soporta niveles moderados de sedimentación (González-Ferrer, 2004). En estado fósil ha sido colectado en Domo Zaza (sur de Sancti Spíritus), de edad Mioceno temprano, en facies marinas someras, que suprayacen a facies aluvio-marinas, lo cual parece señalar una relación con zonas de desembocadura de ríos. Este sería el caso de los ejemplares registrados en las barras estudiadas, influenciadas con la descarga del antiguo río Cojímar.

Las calizas exhiben una peculiar textura deposicional, con estratificación cruzada y laminación paralela, que pueden interpretarse como abanicos de arena (*washover fans*), (Dabrio, 1992), correspondientes a facies de playas o barras marinas someras (esquema en Figura 3).

Estratigrafía del relleno del karst

A continuación, se brinda la descripción de la estratigrafía que exhibe el relleno de cuatro oquedades kársticas, como base para los análisis subsiguientes (Figura 4).

Oquedad No. 1 “La Escalera”

Las oquedades kársticas están rellenas, por una misma secuencia general de facies, formada por microsecuencias (centimétricas) o paquetes litológicos diferentes.

La oquedad No.1 (de base a tope) exhibe un relleno compuesto por la siguiente secuencia de facies (Figura 5):

- **Facies 1.** Capa basal, constituida por una facies de brecha, de clastos irregulares de lutita o pelitas carbonosas, laminares, de aspectos angulosos y planos, algo carbonatada.
- **Facies 2.** Paquete laminado, de facies de lutitas carbonosas, laminares, oscuras, separados en partes por capillas carbonáticas, claras, posibles sinters repetidos.
- **Facies3.** Capa brechoza, de facies de brecha, muy similar al basal. Es cubierto por un sinter calcítico.
- **Facies 4.** Capa brechoza, separado por un sinter calcítico grueso.
- **Facies 5.** Capa masiva, de facies de arcilla roja, ferralítica, consolidada en condiciones continentales.

La facies 1, rellenó la oquedad cuando ésta tenía una forma de grieta abierta o falla de rumbo actual oeste a este, y un buzamiento al norte cercano a los 45 grados. Las facies 2 y 3, constituyen el relleno de una etapa en que la oquedad presentaba una forma cilíndrica, pues las capas tienen un aspecto cóncavo, con los extremos arqueados hacia arriba; la facies de brecha colmató la oquedad en este momento. Un sinter de calcita macrocristalina, tipo drusa, tapizó el techo de la oquedad casi totalmente rellena, posiblemente en un medio cerrado, inundado con aguas sobresaturadas de sales.

Sobre las anteriores, en una etapa posterior de erosión kárstica, y posiblemente, de mayor apertura de los planos de falla (con un buzamiento actual de unos 20 grados al norte), se reanudó el rellamamiento con la facies brechoza semejante a la facies 3.

Encima de ella se consolidó un nivel carbonático, un sinter de calcita macrocristalina. En la parte superior el relleno está constituido por la facies 5, de arcillas rojas ferralíticas, en una última etapa de rellenamiento. Se observan procesos de disolución kárstica del relleno,



ocurridos del reciente a la actualidad.

Figura 4. Vista del área bajo estudio detallado, situada en La Talanquera. Se indica la ubicación de las oquedades referidas en el presente trabajo.

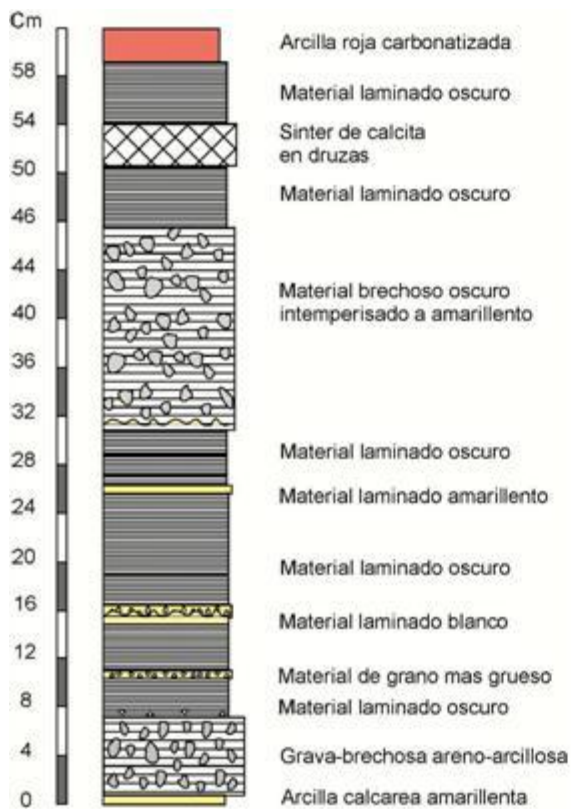


Figura 5. Columna litológica detallada del relleno de la oquedad No.1, situada al lado de la escalera, en el corte de La Talanquera, Cojimar. Vista general de la oquedad, y detalle del relleno (fotos).

Oquedad No.2 “El Zapato”

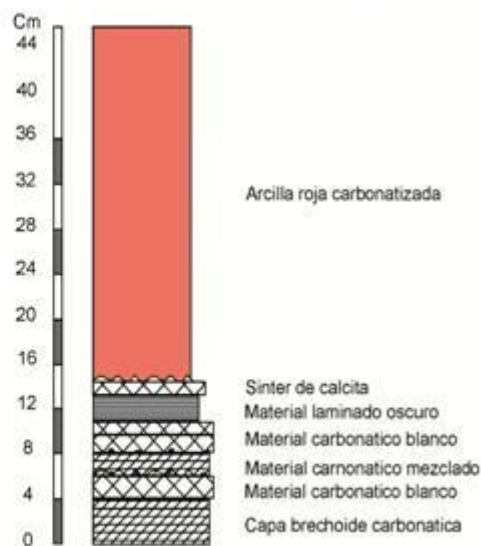
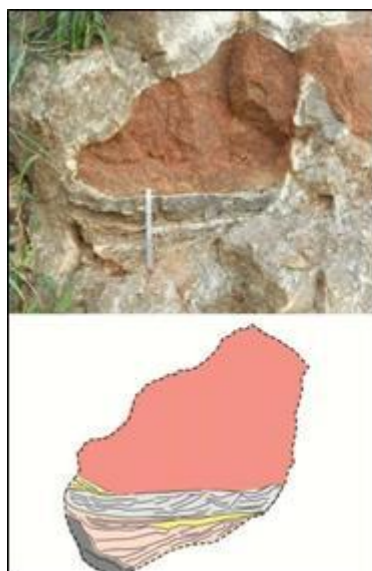


Figura 6. El relleno de la oquedad No. 2, en su mitad inferior tiene una disposición en forma de abanico (visto en sección vertical), al parecer inducida en la acumulación sedimentaria, por el movimiento de basculación tectónica sufrido por el bloque de caja).

La oquedad No.2 de la Talanquera, con una casual forma de “zapato”, está rellena por diferentes tipos materiales, litológicamente distinguibles unos de otros, y que exhiben una estructura muy peculiar en sus relaciones espaciales; debido a los movimientos de basculación experimentados por el bloque geológico de caja.

La mitad inferior de la oquedad está formada, principalmente por capas finas, carbonáticas, entre algún contenido de arcilla rojiza (Figura 6). Se distingue un sinter bien marcado, y por encima de éste, predominan capas finas hasta láminas, con una coloración gris a negro, de composición carbonosa (similares a la facies 2 de la oquedad No.1). Las capillas y láminas en partes poseen forma cóncavas, como rellenos de canales, también algunas son lenticulares; con espesores variables hacia sus extremos, a veces incompletos.

La mayor parte de la oquedad, la superior, está rellena de arcillas rojas, ferralíticas, con textura predominante masiva (similar a la facies 5 de la oquedad No.1), aunque al parecer hay algunas superficies de sedimentación, más o menos revelables (Figura 6).

Oquedad No.3

La oquedad No.3 está situada a unos centímetros de la oquedad No.2, en un nivel inferior, a unos 50 cm por debajo de la anterior.

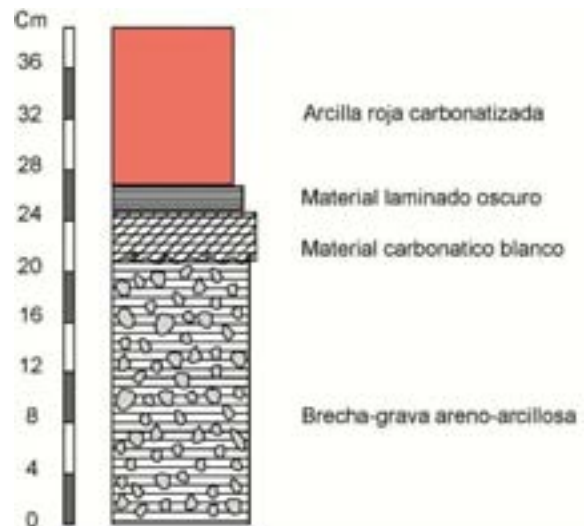


Figura 7. El relleno de la oquedad No.3, exhibe los tipos de materiales más generalizados en las oquedades del área.

El relleno que presenta, en la parte visible de la sección, es muy similar al de las anteriores. Consiste (de abajo a arriba), en una facies de brecha en una matriz detrítica arcillosa. Los clastos parecen corresponder a lutitas carbonosas laminadas, de aspectos irregulares (similares a las facies 1 y 3 en la oquedad No.1). La superficie intemperizada muestra una textura “hojosa”, con coloraciones amarillentas, en partes rojizas (Figura 7).

Sobre la brecha, separada por una superficie erosiva, aparece un material carbonático blanquecino, y sobre éste, existen relictos del material carbonoso, laminar (similar a la facies 2 de la oquedad No.1).

De forma totalmente abrupta, aparece el relleno de las arcillas rojas ferralíticas (similar a la facies 5 en la oquedad No.1), que colmataron la oquedad; al parecer en un único evento de acumulación, aunque no se descarta que pudieron existir diferentes pulsos en el flujo de aporte.

Oquedad No. 4

La oquedad No. 4, se encuentra por la calle 7ma., esquina a avenida 152, justo al lado norte de la escalera (Figura 8).

El relleno de esta oquedad está muy erosionado, pero aun es posible identificar la secuencia general de facies, pues la roca está bien cementada y dura, con clara preservación de la textura original (Figura 8). Aquí el relleno está formado por material brechoso predominantemente, de clastos grandes en la base, de composición carbonosa, laminar, con colores grises a negro, y rojo a techo.

Continúan hacia arriba tres o cuatro generaciones de sinters de calcita, en parte macrocristalina, intercalados en forma de paquete. Se cubre por otro material brechoso muy semejante al basal, que a su vez, es cubierto a tope por la arcilla roja ferralítica, carbonatizada, aunque muy erosionada actualmente. La karstificación de la oquedad continuó en etapas posteriores, siendo erosionado gran parte del relleno anteriormente consolidado.

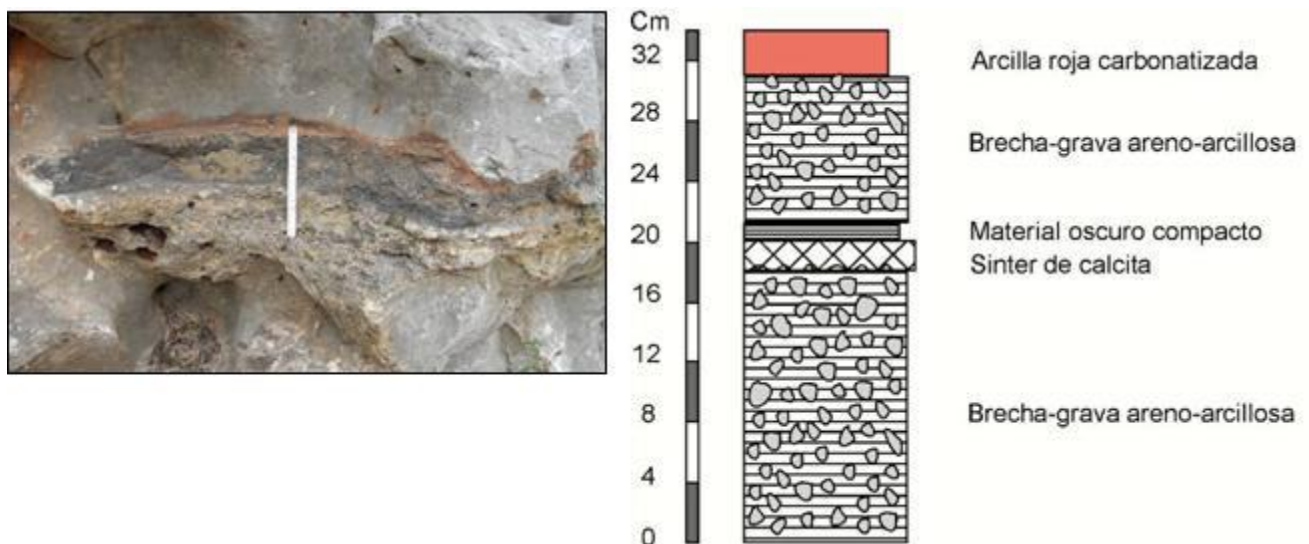


Figura 8. En el relleno de la oquedad No.4, predomina el material carbonoso de aspecto brechoso. Escala 15 cm.

En material carbonoso, negro, sobre el nivel de los sinters, es bastante masivo, al parecer por compactación y recristalización, lo cual parece haber borrado la laminación original, que solo se aprecia en partes. También la capa brechoza sobre los sinters, y ellos mismo, exhiben en partes una estructura cóncava o acanalada, como relleno de superficies erosivas anteriores. En general, el relleno brechoso de esta oquedad es bastante similar al encontrado en las demás oquedades (facies 1 de la oquedad No.1), aunque fue afectado por procesos diagenéticos más marcados, posiblemente determinados por causas más locales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo adelante, se ensaya la correlación litofacial del relleno kárstico, la interpretación del origen de las diferentes facies, la relación del relleno y los movimientos tectónicos experimentados en el área, y más hipotéticamente, la posible ciclicidad revelada en los paquetes de varvas identificados.

Correlación litofacial

Las semejanzas que presenta el relleno de las oquedades kárstica registradas, hace posible el ensayo para establecer la correlación litofacial detallada entre ellas (Figura 9). La secuencia general de facies está representada de forma simplificada por: lutita oscura, brecha y arcilla roja. Las facies de lutita y brecha se repiten varias veces. Con frecuencia distintas superficies, algunas de aspecto erosivo, interrumpen las secuencias de forma irregular, y varias de ellas son marcadas por sinters calcícos.

Oquedad No. 1

Oquedad No. 2

Oquedad No. 3

Oquedad No. 4

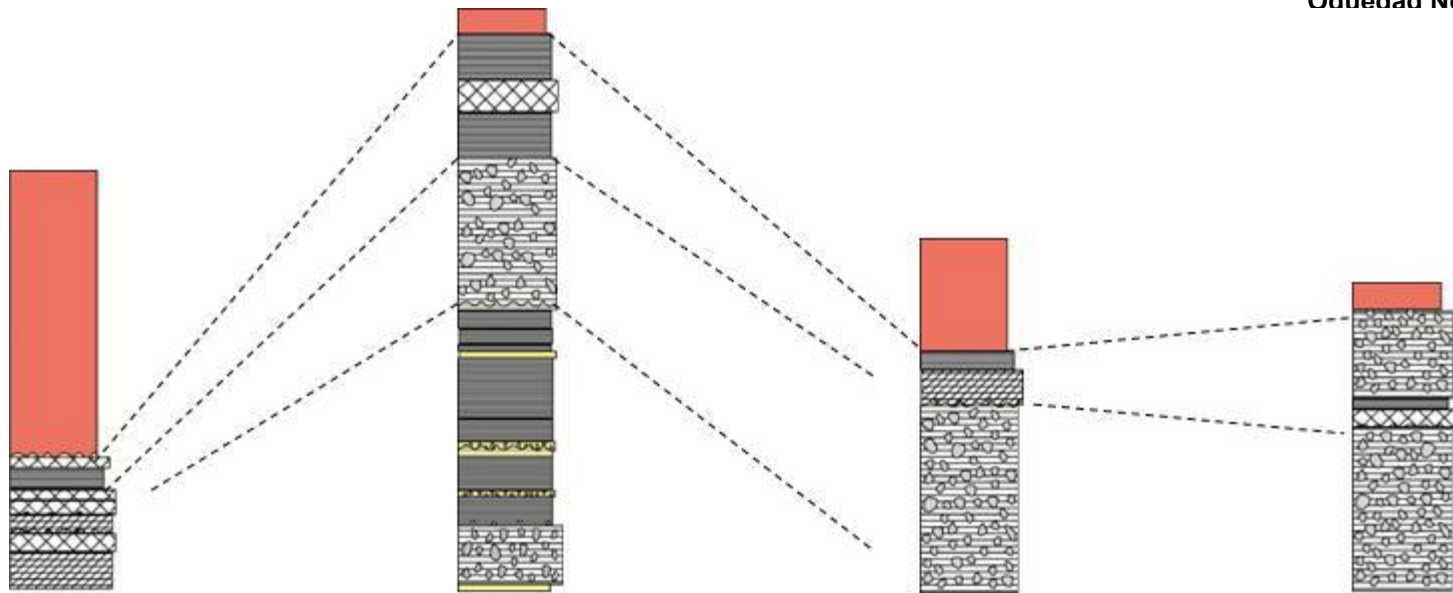


Figura 9. Esquema detallado de correlación litofacial del relleno documentado en las oquedades kársticas del área de la Talanquera, Cojímar.

La oquedad No.1 posee el relleno de mayor variabilidad entre los cuatro documentados. Las facies de los diferentes materiales se repiten irregularmente, pero se distinguen bien las tres principales. Con seguridad es correlacionable la facies de arcilla roja que ocupa el tope del relleno. Este es visible en todas las oquedades, y más potente, en las oquedades No.2 y 3.

Por su parte, las facies de lutitas oscuras laminadas (varvas) son predominantes en la oquedad No.1, y está presente de forma clara también en las oquedades No.1 y 2, y relíctica en las demás. En algunos sitios aparece con espesores muy pequeños, centimétricos a milimétricos. En general, las facies de brecha está presente en todas las oquedades, repitiéndose más de dos veces.

Las alteraciones diagenéticas, que afectaron la serie estratigráfica en el área, en los diferentes momentos de su evolución, enmascaran la observación a escala de detalle (milimétrica), lo cual complejiza la correlación litofacial basándose en la textura deposicional original. No obstante, la correlación establecida es aceptablemente confiable. El estudio petrológico, geoquímico, espectral y el fechado los materiales, podrá aportar nuevos datos para robustecer esta correlación litofacial.

Interpretación y reconstrucción paleoambiental

Se pueden definir varias etapas generales según el registro sedimentológico del relleno de las oquedades investigadas, pues éste es el resultado de la acción de numerosos procesos y eventos diferentes, de energía y duración, variables; al menos: erosión, disolución, sedimentación, acumulación bio- y quimiogénica, y redeposición de materiales.

Según se interpreta, que las tres litofacies principales identificadas, tuvieron el siguiente origen:

- Lutita laminar, varvas (facies I). Constituyen verdaderas varvas (no glaciares), que se acumularon en un medio subacuático de baja energía, durante largo tiempo, posiblemente en condiciones palustres, con predominio de la materia orgánica, con una tasa de acumulación biogénica baja.
- Brecha (facies II). Se acumularon durante eventos de alta energía en la circulación hidráulica dentro del karst en un medio vadoso, que erosionó los materiales lutíticos previamente consolidados en los conductos kársticos, y que estaban ubicados en condiciones subaéreas.
- Arcilla roja (facies III). Consisten de materiales de intemperismo de las calizas (paleosuelos), redepositado, que colmataron el karst en condiciones vadosas (subaéreas), durante un evento de inundación extrema, tal vez, asociado a una paleoprecipitación extrema.

Los diferentes niveles carbonatados o calcíticos, estuvieron asociados a etapas de erosión y receso de la acumulación sedimentaria, o a etapas de acumulación quimiogénica, asociadas a condiciones subaéreas, en el medio freático - vadoso del karst.

Movimientos tectónicos

El análisis, tanto de las secuencias de facies deposicionales que exhibe el relleno de las oquedades, como los movimientos tectónicos plioceno-cuaternarios experimentados por los bloques geológicos del área, permiten hacer inferencias sobre los procesos

sedimentológicos, ambientales y morfológicos, acaecidos, en el lapso del Mioceno medio a la actualidad.

La oquedad No.3 es especialmente informativa respecto al estilo de los movimientos tectónicos que tuvieron lugar en el área a lo largo del periodo registrado. La organización del relleno o su textura general, estuvo determinada por un proceso tectónico de basculamiento del bloque aflorado con el emplazamiento del karst (Figura 10).

Las capas y láminas que conforman el relleno se abren, en forma de abanico, hacia el lado norte (N) y se acuñan, por lo general, hacia el lado sur (S). Solo algunas capas mantienen más o menos constante su espesor.

También, hacia el lado N aparece un número mayor de capas y láminas, que hacia el centro o el lado S. Además, hacia el N, las capas en algunos niveles exhiben una concavidad, semejando el relleno de canales; mostrando la disminución de los flujos en diferentes momentos.

Para el análisis, al realizar la rotación de las principales superficies de estratificación, desde su posición actual a la posición horizontal en que debió ocurrir la acumulación de los materiales, se revelan los movimientos tectónicos que afectaron a la oquedad y sus amplitudes más significativas (Figura 10, esquema).

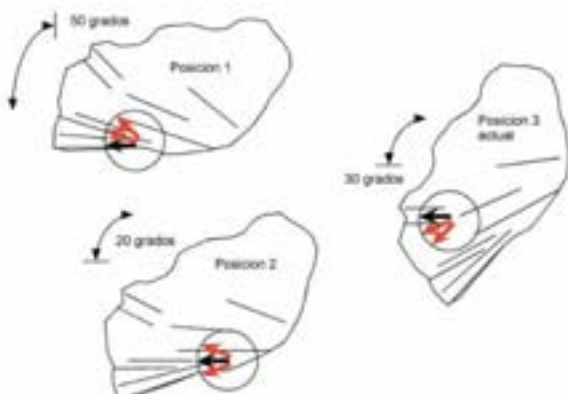


Figura 10. El relleno de la oquedad sugiere la basculación geotectónica del bloque de caja, de S a N (descendente).

Se pueden suponer, de acuerdo a esta información, tres momentos “paleosísmicos” principales (ver el esquema en la Figura 10):

1ro. (posición 1). Ascenso del bloque regional o descenso del nivel del mar, que condicionó un relieve emergido de las rocas de la Fm. Güines y la karstificación inicial; acumulación de capas y láminas carbonáticas con arcillas mezclada.

2do. (posición 2). Rotación de unos 20 grados, y descenso, con acumulación de



las láminas (“varvas palustres”) carbonosas, grises a negras.

3do. (posición 3). Rotación de unos 30 grados, posible ascenso general (descenso del nivel de mar), con arrastre y acumulación de las arcillas rojas, ferralíticas.

De tal modo, se deduce que el bloque ha “rotado” en general, sin analizar los datos regionales, unos 50 grados; con hundimiento aparente de su lado N, o el levantamiento relativo de su lado S; tal vez, ambas condiciones se cumplieron por momentos.

El área de estudio está influenciada por fallas regionales NW-SE y a lo largo del cauce del río, de dirección NE-SW. Otras fracturas de órdenes menores son reveladas mediante la interpretación de las imágenes satelitales. La morfología del paisaje en el área también está marcada por conjugación de la tectónica y los contactos litológicos formacionales. Es así, que solamente éste aspecto merece un análisis particular y detallado, para revelar posible de valor información sobre la tectónica local y regional.

Eventos geoambientales

Las tres litofacies principales identificadas tuvieron su origen en diferentes momentos de la evolución geoambiental del área, los cuales parecen revelar:

- Facies I. Lutita laminar (varvas). Muestran un paleoambiente representado por una etapa de inundación del valle-meandro y del cauce fluvial del antiguo río Cojímar, posiblemente con un nivel del mar alto y el desarrollo de medios palustres.
- Facies II. Brecha. Paleoambiente marcado por una etapa de emersión y desecación del karst ribereño, por levantamiento tectónico o descenso del nivel del mar, del manto freático y del caudal fluvial de aquel río primitivo. La alta intensidad experimentada por el flujo dentro del karst, erosionaría el relleno lutítico laminado ya acumulado en el medio vadoso, y lo acumulara en las partes más bajas donde antes ocurría la deposición palustre laminar. Estas manifestaciones indican la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, con circulación intensa a través del sistema kárstico.
- Facies III. Arcilla roja (inundita). Paleoambiente con una etapa de inundación general del valle-meandro, en correspondencia con una crecida extrema del río Cojímar prehistórico. Pudo ser inducido por un evento meteorológico muy extremo (huracán?), con una paleoprecipitación significativamente extensa e intensa (Pajón et al., 2001).

En esta situación, mediante un flujo invertido (desde el río hacia las orillas), cargado con arcillas en suspensión, colmató las oquedades ribereñas. Este hecho indica una variación del tiempo atmosférico.



Figura 11. El área estudiada (cuadrado morado) se ubica al lado de un punto de fuerte inflexión del cauce aluvial del río Cojímar. (Esquema de la interpretación de una imagen de *Google Map*, 2011).

En la Figura 11, se muestra el área estudiada (cuadrado morado), la cual se ubica al lado de un punto de fuerte inflexión del cauce aluvial (río Cojímar), y al lado oeste de un valle-meandro que podía resultar inundado temporalmente, a lo largo del lapso de tiempo registrado en el rellano de las oquedades kársticas. La morfología general del área fue afectada tanto por la tectónica como por el control litológico, a partir de la diferencias composicionales de la formaciones geológica presentes. (Esquema de la interpretación de una imagen de *Google Map*, 2011).

Secuencia general transicional

Del presente estudio, se deduce una secuencia general de facies de ambiente transicional, y se propone una cronología general empírica hipotética, de acuerdo al intervalo de tiempo abarcado. Esta secuencia resulta:

1. Facies de calizas detríticas marinas, con estratificación cruzada (roca de caja). Mioceno Medio, según datos paleontológicos conocidos.
2. Facies de limos laminados, de un medio palustre (varvas lutíficas). Ambiente continental lacustre – palustre. Plioceno Medio. Entre 4 y 3 millones de años atrás el nivel del mar ascendió y se situó a unos 30 m respecto a nivel actual (ISC, 2008; Uriarte, 2009). Esta resultaría una altura suficiente para empantanar al valle-meandro y al karst ribereño. (Óptimo climático del PM – 3,3 a 3 Ma).
3. Facies de brecha, de un medio vadoso en karst. Ambiente continental-subterráneos. Plioceno Superior-Pleistoceno Inferior. (3.0 y 0.740 Ma)
4. Facies de arcilla roja, aluvial en un medio subaéreo en karst. Ambiente continental-subterráneo. Pleistoceno Superior, cuando el nivel del mar ascendió, en correspondencia con la transgresión Jaimanitas. (740-131 ka).
5. Facies de perdigones Fe-Mn, en un medio aéreo de karst expuesto. Ambiente continental. Pleistoceno Superior – Holoceno.
- 6.

Como puede comprobarse, de los eventos y procesos interpretados o inferidos anteriormente, la evolución del área ocurrió en la interface mar-tierra, o entre el ambiente marino - ambiente palustre - ambiente kárstico vadoso - ambiente continental subaéreo, exterior. Se denota la influencia de la tectónica, las posibles variaciones glacio-eustáticas (Pajón et al., 2006) y las climáticas (Pajón et al., 2006), complejamente combinadas, en la evolución de las condiciones variables entre los distintos medios y ambientes.

Ciclicidad de las varvas

A partir del estudio detallado del relleno de la oquedad No.1, con una amplia presencia de las varvas, se caracteriza tentativamente la ciclicidad que puede ser identificada.

Con ese fin, se agruparon los paquetes de láminas según las superficies observables más marcadas que los delimitan. Sus espesores varían de 0.7 a 3.1 cm. En general, parecen formar ciclos estrato crecientes de dos a tres paquetes de láminas (Fig. 12). Pero, debido a la alteración diagenética no es posible, a simple vista, hacer el conteo de la cantidad de láminas que integran cada paquete.

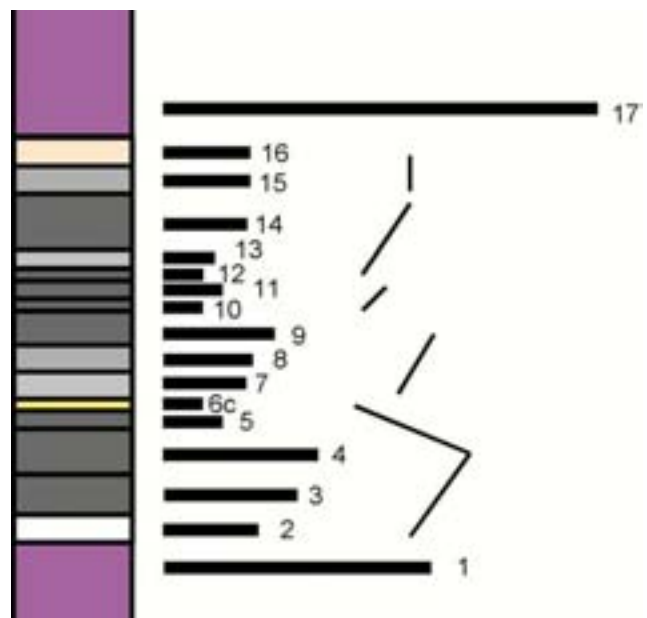


Figura 12. La ciclicidad determinada muestra secuencias estratocrecientes de diferentes duraciones. (Barras a escala según espesores en la oquedad No.1).

Se hace necesario un estudio a escala mayor, con ayuda instrumental, para intentar la determinación más fina de la laminación.

En este caso, como la oquedad tiene un espesor total de unos 90 cm, donde unos 60 cm, son ocupados por las facies de varvas.

Los 30 cm restantes del relleno corresponde a las brechas y los sinters carbonáticos, de duraciones para su formación muy distintas. Por ejemplo, la de acumulación de las brechas, en la base y la parte media de la oquedad, debió corresponder a sendos eventos relativamente rápidos, con una duración de solo unas horas.

En este sentido, la formación de los sinters calcíticos debió corresponder a etapas de inundación y precipitación química en condiciones propias del medio vadoso, sin acumulación de las varvas; acaso debido a un descenso del nivel freático, y por ende del agua del río, las lagunas o pantanos, donde antes ocurría la sedimentación del fango rico en materia orgánica vegetal. También hay que notar, la presencia de las superficies discordantes, erosivas, que corresponden a momentos de erosión o de no deposición en el medio, posiblemente en condiciones subaéreas, donde no se conoce tampoco su duración.

Estos elementos señalan, que el tiempo transcurrido durante los diferentes procesos registrados o deducidos, es muy superior al tiempo representado en los materiales identificados en los rellenos kársticos.

El estudio detallado de estas varvas palustres es una dirección de trabajo en lo adelante, con el fin de profundizar en su posible utilidad como elementos de estudio para intentar establecer una cronología a escala de tiempo anula o cercana a ella.

CONCLUSIONES

En el relleno de las oquedades kársticas de la Talanquera, en Cojímar, se identificó una secuencia general de facies (y asociación de facies), de espesores centimétricos, compuesta por: 1. Facies de lutita carbonosa laminar oscura (varvas); 2. Facies de brecha de clastos lutíticos; 3. Facies de arcilla roja, ferralítica, consolidada. Aparecen intercalaciones irregulares de capas carbonáticas, identificadas como posibles sinter.

Se concluye que, las varvas lutíticas, posiblemente biogénicas, se acumularon en un medio de baja energía, durante un relativamente largo tiempo, en un medio palustre. Las brechas se originaron durante eventos de alta energía en condiciones endokársticas, de escasa duración. Finalmente, la arcilla roja colmató las oquedades en un medio vadoso, durante una inundación extrema (inundita), con toda probabilidad asociada a paleolluvias extremas. Los niveles de posibles sinters muestran etapas de inundación estable, de total estabilidad en el medio endokárstico.

Se asumen tres momentos “paleosísmicos” principales, a partir de la relación de la sedimentación y el basculamiento del bloque geológico de caja:

- Ascenso del bloque regional (o descenso del nivel del mar), que produjo un relieve emergido, propiciando el inicio de la karstificación y la acumulación sedimentaria en un medio vadoso, continental.
- Basculación tectónica del bloque, con rotación y descenso, que permitió la acumulación de las varvas tropicales, carbonosas, grises a negras, en un medio inundado palustre.
- Continuación del basculamiento, con rotación en el mismo sentido, combinado con un posible ascenso general (o descenso del nivel del mar y del nivel freático). Colmatación por arrastre y acumulación de las arcillas rojas, ferralíticas, en un medio vadoso, continental.

Del presente estudio, se deduce una secuencia de facies de ambiente transicional, y se propone una cronología general empírica hipotética para la sucesión, de acuerdo al intervalo de tiempo abarcado. La datación de los eventos revelados es una necesidad para lograr una interpretación más precisa.

La ciclicidad determinada para los intervalos de varvas presentes pudiera resultar de gran ayuda en la datación y caracterización de los procesos que abarca, para lo cual es necesario un estudio específico.

BIBLIOGRAFÍA

Anadón, P. 1992. 1992. Sedimentología, tomos I y II. Nuevas tendencias. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. Lagos. Vol. I, 219-27 pp; en: Arche, A. (ed), 543 p.

Arche, A. (ed), 1992. Sedimentología, tomos I y II. Nuevas tendencias. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 543 p.

Brödermann, J. 1940. Determinación geológica de la Cuenca Vento. Rev. Soc. Cubana Ing., 34: 272-315.

Dabrio, C. J. 1992. Sedimentación siliciclásticas. Vol. I, 495-543 pp; en: Arche, A. (ed), 1992. Sedimentología, tomos I y II. Nuevas tendencias. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid. 543 p.

González-Ferrer, S. 2004. Corales pétreos, jardines sumergidos de Cuba. Instituto de Oceanología, Editorial Academia. España. 318 p.

Humboldt, A. 1826. Voyage aux regions équinoxiales du Nouveau Continent fait in 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804. Gide, Paris, 2: 229-231.

IGP. 1992. Léxico Estratigráfico de Cuba. Instituto de Geología y Paleontología (MINBAS). La Habana (versión electr. inédita).

Mapa geológico de Cuba 1:250 000, 1985. ACC-IGP. Editorial Academia de Ciencias de la URSS.

Pajón, J.M., Hernández, I., Macle, J., y Ortega, F., 2001. Periods of Wet Climate in Cuba: Evaluation of Expression in Karst of Sierra de San Carlos. Book "Interhemispheric Climate Linkages (Present and Past Interhemispheric Climate Linkages in the Americas and their Societal Effects)". Chapter Long-Term Climate Variability. Academic Press, pp. 217-226.

Pajón, J. M., Curtis, J., Tuphope, S., Metcalfe, S., Brenner, M., Guilderson, T., Chilcot, C., Grima, E., and Hernández, I., 2006. Isotope Records from a Stalagmite from Dos Anas Cave in Pinar del Río Province, Cuba. Paleoclimatic implications. CD Rom "Fifth International Symposium on Nuclear and Related Techniques-NURT- 2006". ISBN 959-7136-42-2.

Pajón, J. M., Hernández, I., y Estévez, Y., 2006. Paleoregistros de las variaciones del nivel del mar en el Caribe durante el Pleistoceno-Holoceno. Conexión con problemas de la Arqueología Cubana. CD-ROM VII y VIII Conferencia Internacional Antropología "La Antropología ante los nuevos retos de la humanidad". Ciudad de La Habana, Cuba, Noviembre 27-30 del 2006. ISBN 959-712477-7.

Palmer, R. H. 1934. The Geology of Habana, Cuba and vicinity. Journ. Geol., 42(2): 123-145.

Uriarte, A. 2009. Historia del clima en la Tierra. Eusko Jaurlaritz, Gobierno Vasco. 403 p.

Vera-Torres, J. A. 1994. Estratigrafía, principios y métodos. Edit. Ruedas, S. L. Madrid. 806 p.

ISC, 2008. Geologic Time Scale. Comisión Internacional de Estratigrafía (ICS). www.stratigraphy.org.