



Churún Merú. Salto Ángel



Sapito minero (*Dendrobates leucomelas*)



Guacamayo rojo (*Ara chloroptera*)



Oso mero (*Tamandua tetradactyle*)

ESTUDIO PRELIMINAR SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE LAS LAGUNAS GLACIALES DE TIMOTES, ESTADO MÉRIDA PRELIMINARY STUDY ABOUT TIMOTES GLACIAL LAGOONS DISTRIBUTION, MERIDA STATE

Jesús Enrique Santiago¹

Recibido: 18-9-06; Aprobado: 20-10-06

RESUMEN

A través de la interpretación de la carta topográfica 6042-I-NO, puede observarse que las lagunas glaciales de la región de Timotes (Mérida) se distribuyen de forma alineada hacia el NE. Se calcularon pendientes de vertientes no afectadas por la erosión glacial que sugieren que hacia la vertiente sureste de esta sierranía no hay lagunas debido a que la inclinación original fue siempre mayor por este lado que en la vertiente opuesta (NW), lo cual implicó una mayor velocidad de los glaciares y a su vez un mayor desgaste que eliminó todas las irregularidades que pudieran favorecer la formación de lagunas. Queda por responder cuáles son los aspectos estructurales que han controlado la desigual excavación a lo largo de los valles, proceso que ha contribuido en la formación de las concavidades. La teoría indica que pueden influir en este fenómeno las rocas de distinta resistencia y/o la existencia de complicadas redes de fracturas que afectan el sustrato rocoso bajo las lagunas.

Palabras clave: Circos, erosión, glaciares, lagunas, morrenas.

ABSTRACT

By means of interpretation of chart 6042-I-NO, it was possible to observe that the glacial lagoons of Timotes (Mérida state), have a distribution aligned towards the northeast. Gradient calculations on slopes do not eroded by glaciers suggest in the southeastern slope of this mountainous mass, much more inclined that the opposite one, lagoons did not form because glacial erosion was much more intense. But lack to respond which are the structural aspects that took part in the unequal excavation along glacial valleys where there are lagoons. It is possible to find later an obvious influence of rocks of varied resistance, as well as places where rock strongly has been fractured.

Key words: Cirques, erosion, glacial lakes, moraines.

INTRODUCCIÓN

La localización de los fenómenos naturales no obedece a razones meramente fortuitas, pues debe haber una serie de razones que expliquen el por qué de que una cosa se ubique en equis sitio y no en otro. Las lagunas de las cumbres andinas forman parte de tales fenómenos, y es por eso que en el presente artículo, además de describirse la distribución geográfica de estos cuerpos de agua, se trata preliminarmente de explicar las distintas causas que determinaron la formación de las depresiones que sirven hoy en día de recipiente a las aguas que escurren sobre las paredes de los circos glaciales. La zona en estudio se ubica hacia el este de la población de Timotes (Mérida). El estudio se ha llevado a cabo utilizando algunas informaciones básicas, aunque no suficientes, tales como la carta topográfica a escala 1:25.000. La zona en estudio corresponde a ambientes protegidos por las leyes ambientales, dadas sus variadas características especiales en aspectos como: el paisaje, la vegetación, la fauna, etc. Es propicio recalcar que no se puede conservar lo que no se conoce, y que entre más conozcamos nuestros recursos, más capacidad tendremos para utilizarlos de la manera más racional posible.

METODOLOGÍA

Sobre la zona en estudio, no hay suficiente información bibliográfica disponible, sin embargo, se contó con el apoyo de trabajos realizados por Schubert (1980), como, por ejemplo, el estudio sobre la Formación Esnujaque del Cuaternario de Los Andes venezolanos, donde se incluye un mapa sobre la distribución espacial de los sedimentos aluviales; en dicho mapa se señalan además una serie de rasgos geomorfológicos como los distintos niveles de terrazas, circos y morrenas. El autor hace énfasis en el origen de las terrazas y sólo menciona los relieves de origen glacial. Por lo demás, la mayor parte de los textos de Geomorfología dedican una sección al tema de la morfología glacial, de donde se pudo obtener el bagaje teórico referente a los procesos que imperan en tales ambientes.

La carta topográfica interpretada es la Hoja 6042-I-NO, escala 1:25.000, elaborada en la Dirección de Cartografía Nacional, año 1964. Se utilizaron imágenes de radar a escala

¹Geógrafo, Profesor Asistente, Escuela de Ciencias de la Tierra, Universidad de Oriente. e-mail: errisanti@gmail.com

regional, incluidas dentro del atlas elaborado por PDVSA (1993). No se contó con el apoyo de fotografías aéreas, información que podría posteriormente interpretarse a fin de corroborar las hipótesis planteadas en el presente escrito. El suscrito aspira posteriormente visitar la zona en cuestión, con la finalidad de obtener in situ una serie de datos esenciales que seguramente darán luces sobre las incógnitas surgidas en el presente estudio. Es de recalcar que fuera de la zona representada en esta carta, también existen numerosas lagunas glaciales, lo que significa que no se trata de un fenómeno local. De hecho, se incluyen aquí algunas fotografías de circos y lagunas glaciales tomadas fuera del área en estudio.

Se realizaron algunos cálculos elementales como el área de las lagunas; para ello, mediante la utilización de papel milimetrado transparente, se contaron los milímetros cuadrados y se llevaron a la escala, de acuerdo a la siguiente relación: $100 \text{ mm}^2 = 62.500 \text{ m}^2$. Las pendientes se calcularon usando la fórmula: $P = (DV/DH) \cdot 100$, donde: DV es la distancia vertical y DH es la distancia horizontal. El resultado se obtiene en %. Calculando el arco-tangente de DV/DH, se obtiene la pendiente en grados.

LOCALIZACIÓN

La zona en estudio consta de una franja orientada hacia el NE. Políticamente se localiza en la zona fronteriza entre los estados Mérida y Trujillo, respectivamente en los municipios Miranda y Urdaneta. La población más cercana es Timotes (Mérida), de aproximadamente 15.000 habitantes, ubicada en la margen izquierda del río Motatán (Figura 1). La forma de vida más importante de esta región es la agricultura. Las cuencas de drenaje donde se ubican las lagunas glaciales fluyen hacia el río antes mencionado. Hacia la otra vertiente, lado SE, las cuencas drenan sus aguas hacia el río Pueblo Llano, afluente del río Santo Domingo. En la tabla I pueden observarse las coordenadas, altitud y área de cada laguna. Por desconocerse los nombres de parte de éstas, se han identificado mediante códigos.

Las ocho lagunas en cuestión se extienden a lo largo de una franja orientada con un rumbo N55E, cuyo largo es de 8,5 km, por un ancho de 1,25 km. El desnivel entre la laguna más alta y la más baja es de 380 m. La distancia promedio entre las lagunas (tomando en cuenta la vecina más cercana) es de 1189,28 m, equivalente a 1,18 km. Obsérvese la distribución espacial en la figura 2.

EL ORIGEN DE LAS LAGUNAS

Uno de los factores de mayor significación en el origen de estas lagunas es la influencia del



Figura 1. Localización relativa del área en estudio.

Tabla I. Localización y extensión de las lagunas de Timotes.

Lagunas	UTM Norte	UTM Este	Altitud (m)	Área (m ²)
Mucumbis	889.100	309.800	3.680	375
La Negra	989.500	311.250	3.500	2.000
El Chorro	992.000	313.600	3.300	3.438
Ch 1	991.300	314.060	3.420	313
Ch 2	991.700	314.750	3.520	313
Ch 3	991.700	314.900	3.540	750
La Estrella	993.000	315.600	3.400	2.875
E 1	993.750	316.650	3.500	875

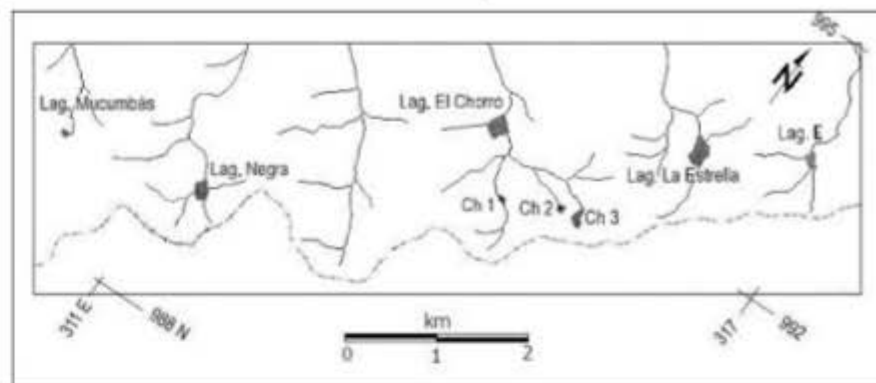


Figura 2. Distribución espacial de las lagunas de Timotes. (Mapa base: Hoja 60424-NO, Cartografía Nacional, 1964).

paleoclima. El clima del Pleistoceno se caracterizó por la ocurrencia de las glaciaciones, las cuales afectaron la mayor parte del planeta. En la actualidad, el límite de las nieves perpetuas en Venezuela está por encima de los 4.700 m de altitud, en la Sierra Nevada de Mérida (Cárdenas, 1965), pero durante las glaciaciones del Cuaternario antiguo, éste límite, que permite, ladera arriba, la precipitación en forma de nieve, se ubicaba a algo más de 2.700 m de altitud (Zinck, 1980); las morrenas finales más bajas se ubican a tal nivel. Recuérdese que la lengua o el extremo del glaciar, en su movimiento pendiente abajo, alcanza altitudes por debajo del límite de las nieves perpetuas. Pruebas de radiocarbono realizadas por Schubert (citado por Vivas, 1984), en material orgánico de morrenas de Los Andes ubicadas a 3.000-3.500 m, dieron como resultado edades entre 10.000-13.000 años antes del presente; es decir que equivalen al Winsconsin superior, denominada glaciación Mérida por Schubert (Vivas, op cit).

Los circos son las cabeceras redondeadas de los valles glaciales, y corresponden a la zona de alimentación del glaciar. Es allí donde se acumula la mayor cantidad de nieve, la cual, capa sobre capa, le da mayor peso y volumen a la masa de hielo que se mueve pendiente abajo. El hielo en el fondo del glaciar se comporta como una sustancia plástica

que facilita su movimiento. Los procesos erosivos asociados comprenden la nivación (arranque de bloques desde el piso rocoso) y la abrasión, creada por las partículas adheridas al hielo. Un proceso de meteorización física de gran importancia en estos ambientes, es la gelifracción (fractura por congelamiento), que puede ocurrir por debajo del glaciar o incluso en los relieves ubicados en sus alrededores, como son las aristas y picachos. Todos estos procesos son responsables entonces de hacer que los circos y los valles glaciales se hagan cada vez más amplios y profundos (Strahler, 1974). Otra de las razones de que el circo sea un sector amplio, se debe a que allí es donde comienza a formarse el glaciar, antes de que éste se prolongue pendiente abajo; de igual manera, cuando el glaciar tiende a desaparecer, sus remanentes quedan en el circo, hasta que el cambio climático logra que el hielo se derrita por completo. En pocas palabras, el circo es donde el hielo se mantiene por periodos más largos (Figura 3).



Figura 3. Imagen típica de un circo glacial con su laguna (Fuente: Enciclopedia Encarta, Microsoft, 2004).

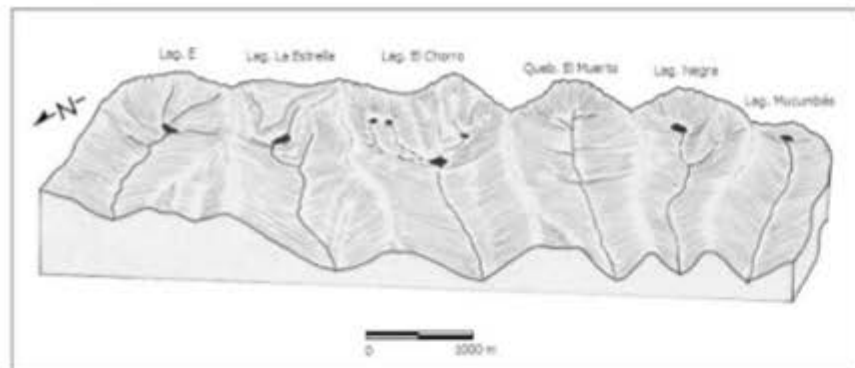


Figura 4. Bloquediagrama esquemático mostrando la ubicación de las lagunas glaciales en la región de Timotes.

Pero además de la condicionante climática, dentro del desarrollo de la geometría del circo influyen otros factores de vital importancia, y cabe preguntarse por qué hay circos que no presentan lagunas y por qué hay circos que sí los presentan. Para el caso del páramo de Timotes (Figura 4), la curiosa alineación de las lagunas y el hecho de que por la otra vertiente de esa cadena montañosa (cuena del río Pueblo Llano) no exista ninguna laguna, son aspectos que llaman poderosamente la atención. Según Viers (1973), los factores estructurales como la naturaleza y disposición de las rocas, juegan un papel importante en la sobre-excavación del circo; en consecuencia, según sean las rocas, la forma de los circos puede variar de un lugar a otro. Sobre la geología de la zona, Schubert (citado por González de Juana, 1980) reportó para el Grupo Iglesias (Precámbrico superior?) capas alternas de esquistos y cuarcitas, lo que hace suponer que los umbrales de los circos bien pueden estar asociados a la existencia de capas de roca dura como son las cuarcitas, las cuales se convirtieron en especies de obstáculos ante el libre avance del glaciar, mientras que las capas blandas fueron más fácilmente removidas ante dicho movimiento (Figura 5). Por otra parte, un saliente de una capa de

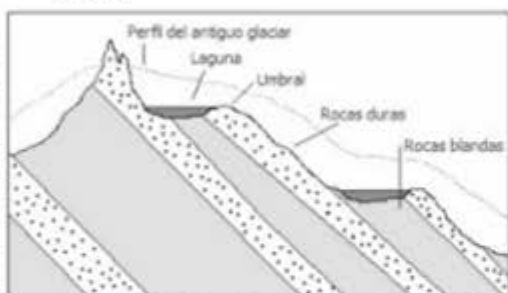


Figura 5. Influencia de la litología en la sobre-excavación de los circos glaciales. Ejemplo hipotético con circos escalonados.

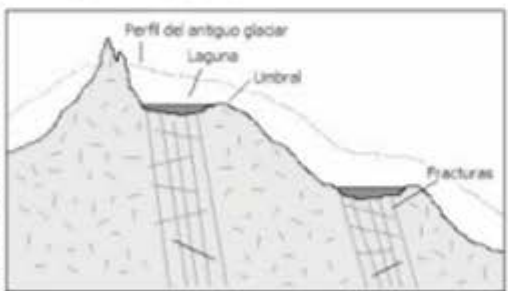


Figura 6. La abundancia de fracturas en ciertos sectores facilitó la socavación por gelifracción y arranque de materiales a lo largo del valle. Ejemplo hipotético.

roca dura será un obstáculo más difícil de superar entre mayor sea su buzamiento.

Otra de las razones que pueden explicar el origen de las concavidades que permiten la acumulación del agua en los

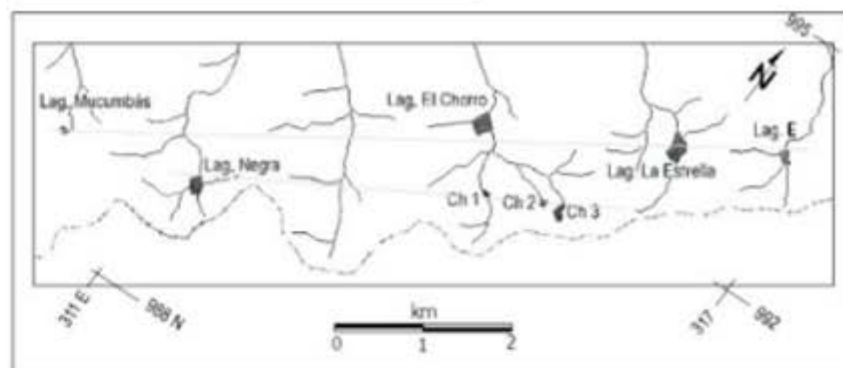


Figura 7. Alineación casi perfecta entre dos cuartetas de lagunas glaciales. (Mapa base: Figura 2).

circos, es que, tratándose de un solo tipo de roca, justo en el umbral (el relieve que sirve de dique a las aguas) la roca no presenta fracturas, a diferencia del basamento rocoso de la laguna (Figura 6), donde el trabajo del glaciar fue mucho más efectivo.

La posible influencia de la desigual resistencia de las rocas ante los procesos erosivos, más el efecto de las fracturas pueden combinarse para determinar conjuntamente la existencia de las lagunas. Las siguientes lagunas casi se unen todas ellas si trazamos en el mapa una misma línea recta: Mucumbás, El Chorro, La Estrella y E 1. Más aún, si se traza deliberadamente otra línea recta entre las demás lagunas, todas se unen: Negra, Ch1, Ch2 y Ch3. (Figura 7).

En la figura 7 también puede observarse cómo algunos de los ríos tributarios de esta serie de cuencas de drenaje se orientan de una forma aproximadamente igual a la franja de lagunas, lo cual puede ser un indicio más de que el control estructural tiene mucho que ver en este fenómeno. El patrón de drenaje de la zona es una combinación de los tipos rectangular y dendrítico.

La topografía preglacial es otro de los factores dignos de destacar. Si observamos los modelos de paisajes glaciales de los libros, notamos que buena parte de las crestas o interfluvios no son atacados por el hielo. La conservación de cimas redondeadas puede ser un indicio de que la superficie no fue objeto de la erosión glacial, tal como se

observa en buena parte de las divisorias de cuencas del área en estudio. A vuelo de pájaro, sobre la carta topográfica podemos notar que las pendientes de las crestas que se inclinan hacia el río Motatán (vertiente NW) son menores que las que se inclinan hacia el río Pueblo Llano. Midiendo las pendientes se tiene que: hacia el Motatán una de las crestas posee una inclinación de 24%, lo que equivale a 13° 29'. En cambio, hacia la vertiente del Pueblo Llano (lado SE) la inclinación es de 40,84%, equivalente a 22° 12'. Esto indica que se trata originalmente de una montaña de vertientes disimétricas. Dichas diferencias pueden tener una estrecha relación con el buzamiento de las rocas que componen estas moles montañosas; posiblemente las estructuras buzan hacia la cuena del río Motatán, ya que uno de los rasgos topográficos que apoyan esta suposición es la especie de mesa basculada que se ubica hacia atrás de la laguna La Estrella. Las diferencias entre las pendientes pueden ser una razón verdadera de por qué no hay lagunas en la vertiente que se inclina hacia el río Pueblo Llano, debido a que, a mayor pendiente, el movimiento de los glaciares se hace más rápido y su capacidad para erosionar se multiplica; en esas circunstancias, los puntos de roca dura que aparezcán en el camino, rápidamente serán eliminados.

En otros casos, las lagunas glaciales pueden formarse detrás de las morrenas finales, las que hacen las veces de represas naturales (ver fotos anexas), como sucede en otras localidades del estado Mérida (Zinck, op cit).

CONCLUSIONES

El factor paleo-climático es muy evidente en la formación de los circos glaciales de Timotes, ubicados sus pisos entre los 3.300 y los 3.680 m de altitud. Igualmente, y según los modelos evolutivos de la geomorfología clásica, la influencia del relieve preglacial (disposición de los valles, pendientes originales) también es otro de los factores determinantes. La distribución alineada de las lagunas obedece a un control estructural aún no precisado. Posiblemente se debe a la influencia de una litología de variada resistencia, y/o a la existencia de sistemas de fracturas que afectan el sustrato rocoso, y que se orientan de igual manera que dicha alineación.

Las incógnitas planteadas pueden ser respondidas si, en primer término, se realiza una interpretación de fotografías aéreas a escalas de semi-detalle o, mejor aún, de detalle. Esto podría ser útil para detectar rasgos estructurales

como: fracturas, orientación de capas, buzamientos, etc. Luego será necesario ir al campo (se cuenta con carreteras rudimentarias que llegan a las lagunas La Estrella y El Chorro) con el fin de tomar algunas muestras de rocas alrededor de las lagunas y para medir rumbos y buzamientos, entre otras tareas fundamentales.

AGRADECIMIENTO

A mis amigos de la adolescencia quienes me acompañaron en las muchas excursiones por la zona aquí estudiada: Silvestre Villarreal (q.e.p.d.), Orlando Delgado, Iván Delgado, Alirio Rondón, Federico Franco, Alfonso Toro, Pedro Toro, Eduardo Rivera, Marcos Torres y Enrique Uzcátegui. Al Dr. Carlos Schubert (q.e.p.d.), geólogo brillante y ejemplar. Al Lic. Ronny Salas y al T.S.U. José G. Toro por su apoyo en la parte de computación.

REFERENCIAS

Cárdenas, A. (1965). *Geografía física de Venezuela*. Talleres Gráficos Universitarios. ULA Mérida 287 p.

González de Juana, C., Iturralde, J. y Picard, X. (1980). *Geología de Venezuela y de sus cuencas petrolíferas*. Ediciones Foninves, Tomo I. Caracas. 407 p.
 Microsoft Corp. (2004). *Enciclopedia Encarta*. Información virtual.
 PDVSA (1993). *Atlas Imagen de Venezuela: una visión espacial*. Edit. Arte. Caracas. 271 p.
 Schubert, C. y Valastro, S. (1980). *Quaternary Esnujaco Formation, Venezuelan Andes: Preliminary alluvial Chronology in a tropical mountain range*. IVIC. Caracas. (Mimeo) 15 p.
 Strahler, A. (1974). *Geografía física*. Ediciones Omega, S.A. Barcelona. 767 p.
 Viers, G. (1973). *Geomorfología*. Ed. Oikos-Tau. Colec. Elementos de Geografía. Barcelona. 320 p.
 Vivas, L. (1984). *El Cuaternario*. Editorial La Imprenta. Mérida. 266 p.
 Zinck, A. (1980). *Valles de Venezuela*. Cuadernos Lagoven. Cromotip. Caracas. 150 p.
www.venezuelatuya.com (2006). *Mérida turística*.

1



2



3



4



Anexo fotográfico: Zona del páramo de Santo Domingo: 1 y 2: Imágenes de la laguna de Mucubají, muy visitada por los turistas; posee un muelle para los turistas y pescadores de truchas. 3: Laguna Negra. 4: Laguna Victoria, formada ésta gracias al represamiento de una morrena final. (Fuente: venezuelatuya.com, 2006).