

OBSERVACIONES GEOMORFOLOGICAS Y GLACIALES EN EL AREA DE
PICO BOLIVAR, SIERRA NEVADA DE MERIDA, VENEZUELA*

Carlos Schubert**

RESUMEN

El área de Pico Bolívar, Sierra Nevada de Mérida, se caracteriza por la presencia de aristas y agujas, las cuales llegan a elevaciones de casi 5000 m, en las partes más altas; y por circos y valles glaciales en las partes más bajas. Las evidencias de la escultura y erosión por los glaciares del Pleistoceno Superior son las estrías, surcos, rocas aborregadas, formas redondeadas, abrasión y fracturamiento glaciales, y surcos semilunares.

Una comparación entre mapas y fotografías entre 1910 y 1972, junto con evidencias de campo, indican un retroceso contemporáneo bastante rápido de los glaciares. El área cubierta por glaciares se ha reducido apreciablemente durante ese intervalo de tiempo (hasta posiblemente en un 80%).

* Manuscrito recibido en Octubre, 1972

** Departamento de Ecología

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas

Apartado 1827

Caracas, Venezuela

INTRODUCCION

La Sierra Nevada de Mérida se encuentra en la parte central de los Andes venezolanos, una cadena montañosa de rumbo noreste, que se extiende por unos 400 km entre la frontera colombo-venezolana y la meseta centro-occidental de Venezuela. Esta localizada aproximadamente entre las siguientes coordenadas geográficas: 8° 25' a 8° 35' latitud norte, y 70° 50' a 71° 20' longitud oeste (Figuras 1 y 2); su elevación máxima llega a 5002 m en Pico Bolívar (antiguamente llamado La Columna. Esta elevación es la publicada oficialmente y fué medida en 1912 por Alfredo Jahn. Los mapas topográficos detallados realizados recientemente durante la construcción del Teleférico de Mérida, usados en este informe, indican que la elevación máxima es 4979 m).

El área bajo estudio esta localizado aproximadamente 12 km al este de Mérida, capital del Estado Mérida. Desde esta ciudad se asciende con el teleférico hasta Pico Espejo (4772 m), el cual se encuentra a corta distancia al sureste de Pico Bolívar. Un camino sigue al teleférico hasta la estación de Loma Redonda (Figura 1), desde donde dobla hacia el sureste, hacia el pueblo de Los Nevados. Otro camino sale de Pico Espejo, pasa por los frentes de los Glaciares de Timoncito y Las Hermanas, continuando hacia el noreste hasta los Picos Humboldt (4942 m) y Bonpland (4883 m), los cuales representan la terminación actual de la Sierra Nevada. Además de estos picos (Bolívar, Espejo, Humboldt y Bonpland), la Sierra Nevada culmina en el Pico La Concha (4922 m), justo al noreste de Pico Bolívar, y los Picos El Toro (4654 m) y El León (4740 m), hacia el sureste de la zona estudiada.

La Sierra Nevada de Mérida ha atraído a numerosos alpinistas y científicos durante el último siglo. Un buen resumen so-

bre estas visitas ha sido escrito por Chalbaud (1958), el cual incluye notablemente las de Anton Goering en 1869 y Wilhelm Sievers en 1885. Otros exploradores importante fueron Alfredo Jahn y M. Blumenthal, quienes dejaron descripciones detalladas de sus ascensos y de los rasgos fisiográficos de la sierra (Jahn, 1912; Blumenthal, 1923).

Las primeras descripciones de los glaciares y de la glaciación de la Sierra Nevada de Mérida fueron las de Sievers (1888, p. 163-166; 1908, y 1911), quien mencionó todas las evidencias importante de la acción glacial. Jahn (1925 y 1931) describió los glaciares existentes en la Sierra y especuló sobre las razones del marcado retroceso que observó. Otros autores que han informado sobre la glaciación pleistocena de los Andes venezolanos son Apfel (1932), Royo y Gómez (1959), Cárdenas (1962), Tricart (1966), Vareschi (1970a) y Schubert (1970 y 1972^a).

Las rocas que forman la Sierra Nevada de Mérida pertenecen a la unidad estratigráfica más antigua reconocida en los Andes venezolanos, la Facies Sierra Nevada del Complejo Iglesias, de edad precámbrica (?) (Shagam, 1971). Consisten predominantemente de meta-sedimentos predominantemente cuarzo-feldespáticos (facies de anfibolita del metamorfismo regional): neises, esquistos, anfibolitas y migmatitas. Estas rocas infrayacen toda la región del mapa (Figura 1) y fueron esculpidas por glaciares durante la glaciación del Pleistoceno Superior.

En la Tabla 1 se muestran algunos datos climáticos de la parte alta de la Sierra Nevada de Mérida. Estos corresponden a las estaciones localizadas en Loma Redonda y Pico Espejo, las cuales han estado registrando datos confiables durante los últimos dos años. La región estudiada se encuentra en la zona del páramo, ca-

racterizada por congelación nocturna y descongelación diurna frecuente (diaria en las partes más altas). Estas condiciones producen algunos tipos de suelos pautados, en especial suelos estriados, descritos por Schubert (1972b). Un informe detallado sobre las condiciones climáticas de la región entre Mérida y Pico Espejo fué escrito por González (1971). Vareschi (1970b) publicó una descripción excelente de la flora de los páramos venezolanos.

Este informe trata sobre la morfología glacial del área de Pico Bolívar, estudiada durante varias excursiones a la Sierra Nevada de Mérida durante Febrero y Marzo de 1972, y en fotografías aéreas (Cartografía Nacional, Misión A-34, Nos. 185 a 188, y 975 a 979). El retroceso glacial fué estudiado especialmente en la zona de los Glaciares de Timoncito y Las Hermanas, los únicos razonablemente accesibles.

En el prefacio del libro sobre fluctuación de glaciares (Kasser, 1967), patrocinado por UNESCO, H. C. Hoinkes expresó la esperanza de que se tuvieran pronto datos sobre los trópicos. El autor presenta este informe, en parte respondiendo a esta esperanza. A pesar de ser de carácter preliminar, presenta un resumen de lo que se conoce sobre los glaciares venezolanos hasta el presente. Los trabajos futuros deben incluir el establecimiento de puntos de referencia bien establecidos, contra los cuales se pueden medir las fluctuaciones glaciales.

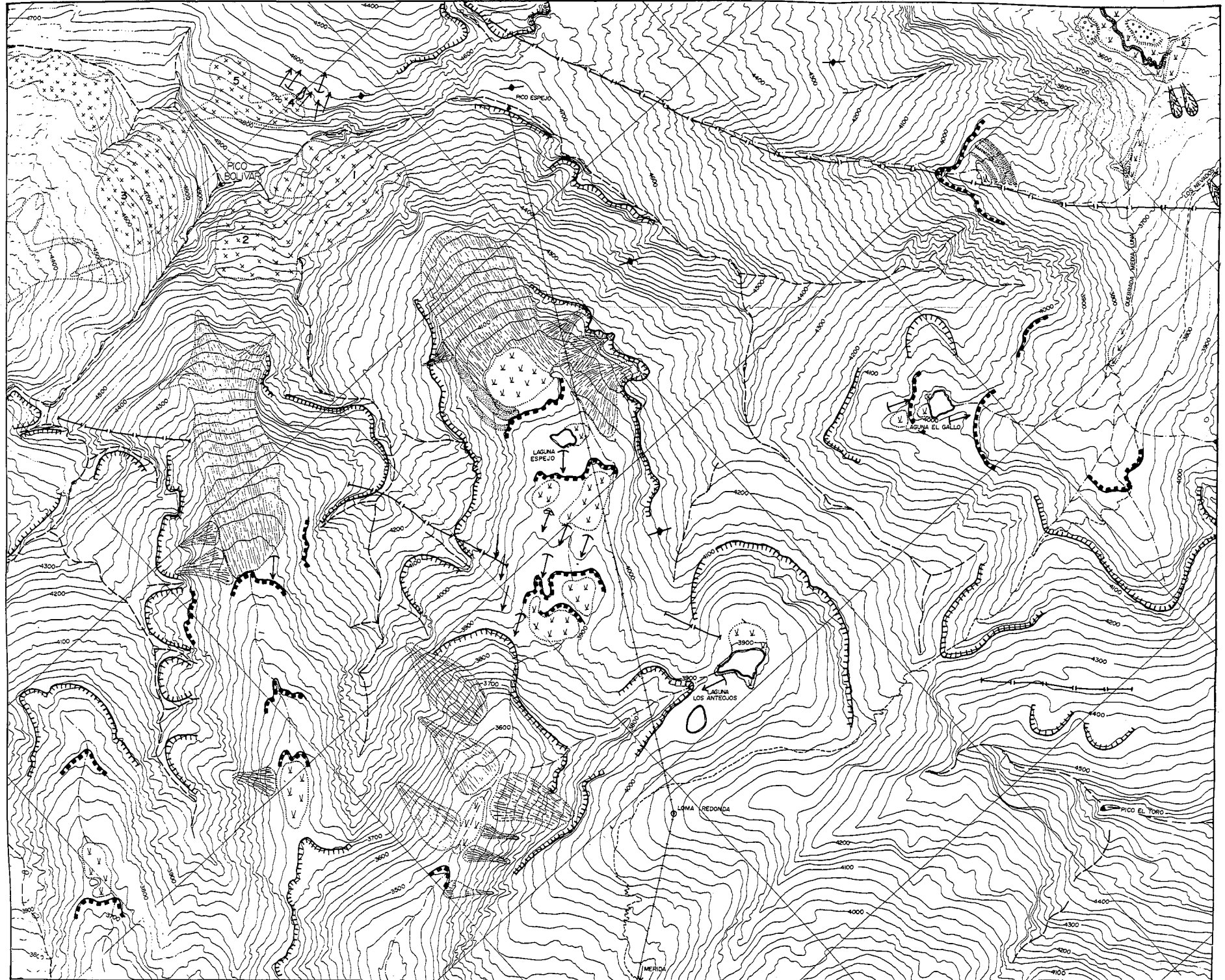
MORFOLOGIA GLACIAL

Los rasgos morfológicos glaciales que se encuentran en el área de Pico Bolívar incluyen aristas, agujas, circos, valles glaciales, valles tributarios colgantes, escalones rocosos y unas cuantas morrenas. Los rasgos glaciales menores son las estrías y los surcos, los surcos semilunares, formas ^{redondeadas o} en dorso de ballena (whaleback forms), abrasión y fracturamiento glaciales, y rocas aborregadas. Los rasgos esculpidos producen un paisaje de zona montañosa corroída (mature fretted upland), caracterizado por aristas y agujas continuas (Embleton y King, 1968, p. 194); y en otros casos una zona alta y quebrada (monumented upland), caracterizada por aristas interrumpidas formando circos. La Figura 1 muestra la distribución de todos estos rasgos.

Aristas y agujas

Los puntos más altos de la región consisten de crestas muy abruptas y picos piramidales muy agudos, los cuales forman algunas veces patrones intrincados. Se asemejan a aquellos descritos por Gerber (1969), en especial las aristas de tres y cuatro esquinas (Drei- y Vierkantgipfelketten). Estas formas son típicas de los altos Andes venezolanos y también se encuentran en otras regiones, tales como la Sierra de Santo Domingo (Schubert, 1970) y Páramo de la Culata (Schubert, en preparación). La Figura 2 ilustra algunos de estos rasgos. Las agujas se encuentran generalmente en las crestas más altas, entre las cabeceras de circos opuestos. No son muy grandes, llegando a medir hasta 50 o 100 m sobre la cresta.

Las aristas descienden hacia los circos; generalmente la base de la arista desciende más suavemente por 200 a 400 m (distancia vertical), para luego descender casi verticalmente hacia el circo propiamente. Una situación similar fué descrita por White (1970) en su hipótesis de erosión vertical para la formación de cir-



**MAPA GEOMORFOLÓGICO DEL
ÁREA DE PICO BOLÍVAR,
SIERRA NEVADA DE MERIDA**

972
GEOLOGIA: C. SCHUBERT
MAPA BASE: TELEFÉ RICO DE
MERIDA
ELEVACION EN METROS
CURVAS DE NIVEL: 25 m
RED: 1 KM CUADRADO

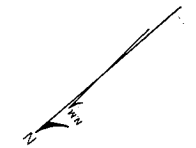
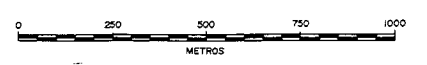
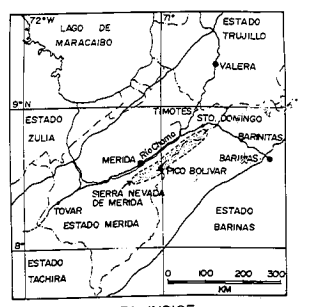


FIGURA 1

LEYENDA

- QUEBRADA
- CAMINO
- LAGUNA
- PICO
- 1 GLACIAR OESTE O BOURGON
- 2 GLACIAR NORTE
- 3 GLACIAR ESTE O KARSTEN
- 4 GLACIAR TIMONCITO
- 5 GLACIAR LAS HERMANAS
- BASAMENTO IGNEO Y METAMORFICO
- FOLIACION VERTICAL
- FALLA
- ARISTA
- CIRCO O CABECERA DE VALLE GLACIAL
- ESCALON ROCOSO
- ESTRIAS GLACIALES
- ROCA ABORREGADA
- GLACIAR
- PANTANO
- DEPOSITOS MORRENICOS
- DERRUBIOS
- DERRUMBE
- TERRAZA FLUVIO-GLACIAL
- DEPOSITOS FLUVIO-GLACIALES



cos.

Circos

Los rasgos glaciales más importantes e impresionantes en la Sierra Nevada de Mérida son los circos. En el área de Pico Bolívar se encuentran varios ejemplos, de los cuales el más importante es el circo de la Laguna Espejo (Figuras 1 y 3). Consisten en depresiones circulares, algo alargadas en dirección valle abajo, con pisos caracterizados por escalones rocosos, pantanos y lagunas. Las relaciones longitud-altura varían aproximadamente entre 2,5 y 2,8 (valores comparables fueron publicados por Embleton y King, 1968, p. 187). Las cabeceras de los circos más grandes están llenas con grandes masas de derrubios rocosos, formando pendientes muy empinadas que esconden las paredes verticales de los circos. Consisten de bloques y material de grano grueso derivado de los glaciares que todavía existen cerca de la cima de la Sierra, por encima de los circos. En perfil, un circo típico tiene una forma de embudo, que valle abajo se transforma en valles glaciales típicos, con forma en "U". La pendiente rocosa alrededor de la parte superior de los circos probablemente se debe a la acción de los glaciares remanentes durante su retroceso post-glacial.

Valles glaciales

Todos los valles de la Sierra Nevada de Mérida, así como en las otras cadenas montañosas de los Andes venezolanos (Sierra de Santo Domingo, Sierra del Norte o de La Culata y otras), por encima de aproximadamente 3000 a 3500 m, son valles glaciales típicos, con secciones en forma de "U". Debido a la poca anchura de la zona sometida a la glaciación del Pleistoceno Superior en la Sierra Nevada, los valles no son muy largos, 5 a 10 km a lo sumo y generalmente menos que eso. Normalmente estos valles tienen sus cabeceras en circos y contienen rasgos glaciales típicos, tales como escalo-

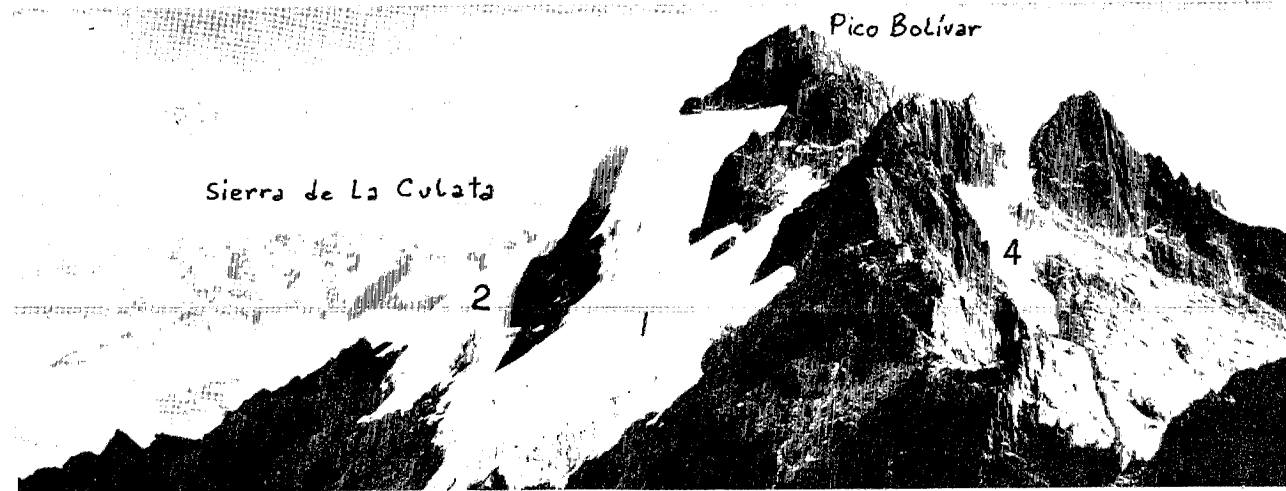


Figura 2. Macizo de Pico Bolívar desde Pico Espejo: 1) Glaciar Oeste; 2) parte del Glaciar Norte; 4) Glaciar de Timoncito (los números coinciden con los de la Figura 1).



Figura 3. Circo de la Laguna Espejo desde la estación de Loma Redonda. Nótese los escalones rocosos que separan áreas pantanosas y lagunas, y las rocas aborregadas. La pendiente rocosa de la parte superior del circo se ve claramente a la izquierda, debajo del Glaciar Oeste de Pico Bolívar. La flecha señala la localidad de la Figura 4.

nes rocosos, lagunas y áreas pantanosas, rocas aborregadas, estrías y surcos, fracturamiento glacial, formas redondeadas o en dorso de ballena y otros rasgos menores, todos indicativos de un movimiento glacial valle abajo. Sin embargo, la erosión y la meteorización tienden a oscurecer o eliminar la mayor parte de estos rasgos; pero todavía se reconocen en suficiente número (Figura 4) para demostrar fuera de toda duda la acción de los glaciares del Pleistoceno Superior. En muchos casos, los valles glaciales terminan en grandes complejos morrénicos, tales como los descritos por Schubert (1970) en la Sierra de Santo Domingo. En el área de Pico Bolívar, los valles glaciales son cortos (2 a 3 km) y se encuentran debajo de los circos. La mayoría de ellos están llenos de derrumbes y derrubios, al igual que los circos.

Valles tributarios colgantes

En el área de Pico Bolívar, los valles tributarios colgantes no están tan bien desarrollados como otros rasgos glaciales, principalmente porque los tributarios son, en general, muy cortos y la erosión glacial procedió de tal manera que eliminó a la mayoría de ellos. Sin embargo, algunos han sobrevivido y, en la mayoría de los casos, representan rasgos parecidos a circos que cuelgan sobre los valles glaciales principales.

Escalones rocosos

Dentro de los circos y valles glaciales, unas de las estructuras más comunes son los escalones rocosos (Figuras 1 y 3). Los valles glaciales generalmente contienen más de un escalón, formando una especie de escalera. La altura de los escalones varía entre 10 y 50 m. Con frecuencia los escalones representan el lado de rocas aborregadas opuesto a la marcha del glaciar. En la zona también se encuentran escalones elevados (rock bars; Tricart, 1970, p. 220-221) y generalmente detrás de ellos se encuentran depresiones

con zonas pantanosas.

Morrenas

En el área de Pico Bolívar se encuentran pocas morrenas. El nivel morrénico principal está por debajo de 3500 m, fuera del área del mapa. Los niveles y depósitos morrénicos han sido descritos detalladamente en otras regiones de los Andes venezolanos, donde representan rasgos geomorfológicos importantes, tales como el flanco norte de la Sierra de Santo Domingo (Schubert, 1970) y el Páramo de La Culata (Schubert, en preparación). Las únicas morrenas importantes en el área de Pico Bolívar se encuentran debajo del Glaciar Este (No. 3 en la Figura 1) y a lo largo del borde occidental del circo de la Laguna Espejo. Ellas forman colinas angostas, alargadas y relativamente altas (20 a 50 m) de sedimentos no consolidados. La ausencia de depósitos morrénicos probablemente refleja la velocidad del retroceso glaciar después del avance del Pleistoceno Superior.

Rasgos menores

Entre los rasgos glaciales menores que se encuentran en el área de Pico Bolívar están las estrías y surcos, los surcos en media luna, las formas redondeadas, abrasión y fracturamiento glaciales, y rocas aborregadas. Uno o más de estos rasgos pueden existir juntos, en especial las rocas aborregadas, las estrías y el fracturamiento glacial. La Figura 4 ilustra estos tipos de erosión glacial. La orientación de las estrías, surcos y rocas aborregadas refleja un movimiento valle abajo de los glaciares.

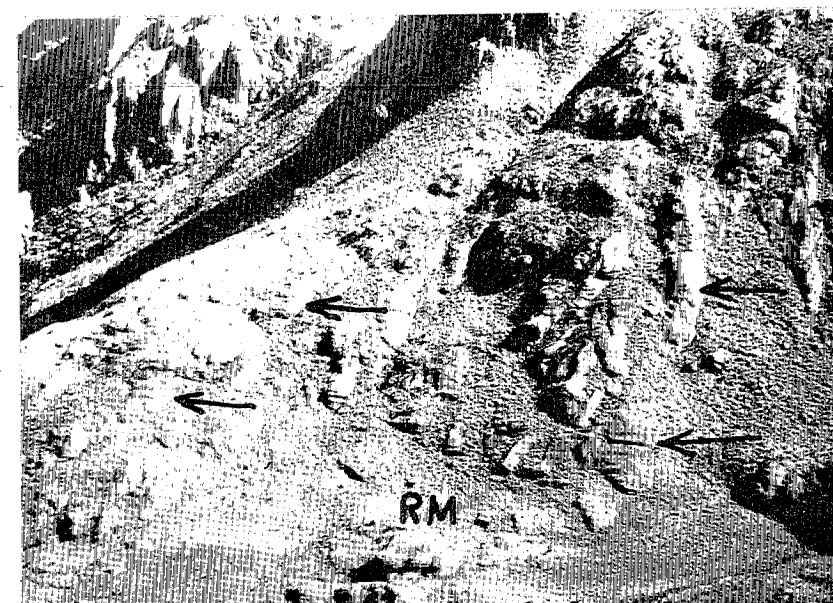


Figura 4. Ladera norte del circo de la Laguna Espejo, mostrando estrías y surcos (flechas), y rocas aborregadas (RM).

RETROCESO GLACIAL POST-PLEISTOCENO

Sievers (1908 y 1911) fué el primer científico que informó sobre el retroceso de los glaciares en los Andes venezolanos. También hizo una revisión de informes previos sobre la glaciación de la cordillera suramericana y estableció que éstos se remontan hasta 1675. Alcide d'Orbigny, en 1829, fué el primero en reconocer las evidencias de glaciación en América del Sur. Debajo de los picos nevados, Sievers informó sobre la existencia de formas topográficas ^{redondeadas} a elevaciones medias y una zona de formas agudas y abruptas por encima de ésta, que representa la zona de acción glacial. Estableció que esta elevación corresponde a aquella en que ya no se puede andar en lomo de bestia, o sea a más o menos 4000 m. El límite glacial fué determinado por Sievers entre 4500 y 4600 m en Ecuador, y entre 4300 y 4400 m en Venezuela. Este límite había retrocedido aproximadamente 150 m entre 1870 y 1911 (41 años), en Ecuador. Estableció que en la zona tropical de América del Sur, el límite glacial se encontraba 900 a 1000 m por debajo del límite actual durante el último avance glacial. En Ecuador ésto correspondería a una elevación de 3700 a 3800 m, en Perú 3500 a 3700 m, en Colombia 3600 a 3700 m, y en Venezuela a 3800 m (esto puede compararse con datos más recientes de Hastenrath, 1971, quien estableció una depresión de la línea de nieve de 700 m correspondiente a la latitud de 12° S, a más de 1500 m a 30° latitud S). Finalmente, Sievers midió 193 m de retroceso vertical de los glaciares peruanos en época reciente, y dedujo retrocesos similares en la parte meridional de América del Sur. Mencionó que en muchas partes de la cordillera existe una zona de aproximadamente 200 m (distancia vertical), caracterizada por roca fresca y desnuda que había estado cubierta por hielo en épocas muy recientes.

Jahn (1925 y 1931) publicó observaciones más detalladas

sobre los glaciares de los Andes venezolanos. En sus informes menciona que la Sierra de Santo Domingo (Sierra Nevada de Santo Domingo, como la llamó él), el antiguo extremo norte de la Sierra Nevada de Mérida, estaba cubierta por nieve la mayor parte del año. Hoy solo presenta una pequeña mancha de nieve en contadas ocasiones y solo en el pico más alto, el Pico Mucuñuque. Este último tenía una pequeña zona de hielo perenne que ha desaparecido. En 1910 (de acuerdo a Jahn) el límite de las nieves en la Sierra Nevada de Mérida estaba a 4500 m. En años secos (o en una sucesión de ellos) la zona cubierta por nieve se limitaba a los picos más elevados. Sin embargo, en algunas áreas protegidas, tal como el lado norte de los Picos El Toro y El León, se encontraban masas de nieve perenne. Al final de la época de sequía (verano; Marzo-Abril), el límite de las nieves se encontraba a 4700 m.

Los frentes glaciales mencionados por Jahn (1925) son los siguientes (Figura 1; datos de 1910): Glaciares Oeste (o Bourgoin) y Norte (frentes a 4400 m); Glaciares de Timoncito y Las Hermanas (frentes a 4700 m). El frente del Glaciar Sievers, en el lado sur del Pico Humboldt (al noreste del área del mapa), se encontraba a 4700 m en 1910. Jahn consideró que todos estos glaciares eran glaciares colgantes. El retroceso de los glaciares en años recientes ha sido observado por los habitantes locales durante los últimos 80 años (antes de 1925). Sievers (en Jahn, 1925) determinó que el límite de rehelo de los glaciares en el lado norte de Pico Bolívar (Glaciar Norte de las Figuras 1 y 2) se hallaba a 4400 m de elevación. Jahn (1925), en 1910, observó que se encontraba a 4480 m; de esta manera concluyó que el glaciar había retrocedido 80 m en 25 años. Las mediciones de Sievers fueron realizadas en los meses de Junio y Julio (época de lluvias, invierno), mientras que las de Jahn fueron hechas en Diciembre (comienzo de la estación seca).

Por lo tanto, el frente glacial pudo haber estado por debajo del nivel promedio durante las primeras mediciones. Bourgoïn (en Jahn, 1925) mencionó la presencia de vastos campos de hielo en el Pico El Toro, en 1868; Jahn no halló ninguno en 1910. Habían desaparecido en 42 años. Vareschi (1970b, p. 16) estableció el máximo nivel de nieve perenne a 4850 m. Este mismo autor (1970a) también halló evidencias de retroceso glacial a través de medidas liquenométricas y sugirió una correlación con los Andes peruanos.

Recientemente, Wood (1970) publicó datos nuevos sobre los glaciares de la Sierra Nevada de Santa Marta (Colombia); comparados con los datos de Notestein (en Cabot, 1939) indican un retroceso considerable de los glaciares. Estos datos, provenientes de una cordillera tropical similar a los Andes venezolanos, confirman el retroceso glacial observado allí y descrito más abajo.

La Figura 5 representa una comparación de las áreas cubiertas por glaciares en la Sierra Nevada de Mérida, entre 1910 y 1972. Mediciones planimétricas en estos mapas indican que el área ha disminuido en más de un 80%. Uno de los factores que probablemente afectan estas mediciones es el deshielo que puede producirse entre los meses de Diciembre y Febrero (durante los cuales se realizaron las mediciones). La época de lluvia, durante la cual se produce la mayor parte de las nevadas, dura desde Abril hasta Noviembre. Por lo tanto, el mes de Diciembre marca el comienzo de la sequía, la estación de máximo deshielo, y se supone que el área de los glaciares es mayor que en Febrero. Se cree, sin embargo, que este factor por si solo no puede ser el causante del 80% (aproximadamente) de reducción en el área de los glaciares observado entre 1910 y 1972. La Figura 6 muestra dos fotografías del lado occidental del Pico Bolívar, tomadas con un intervalo de aproximadamente 50 años. Ellas ilustran gráficamente la cantidad de retroceso glacial. El Glaciar

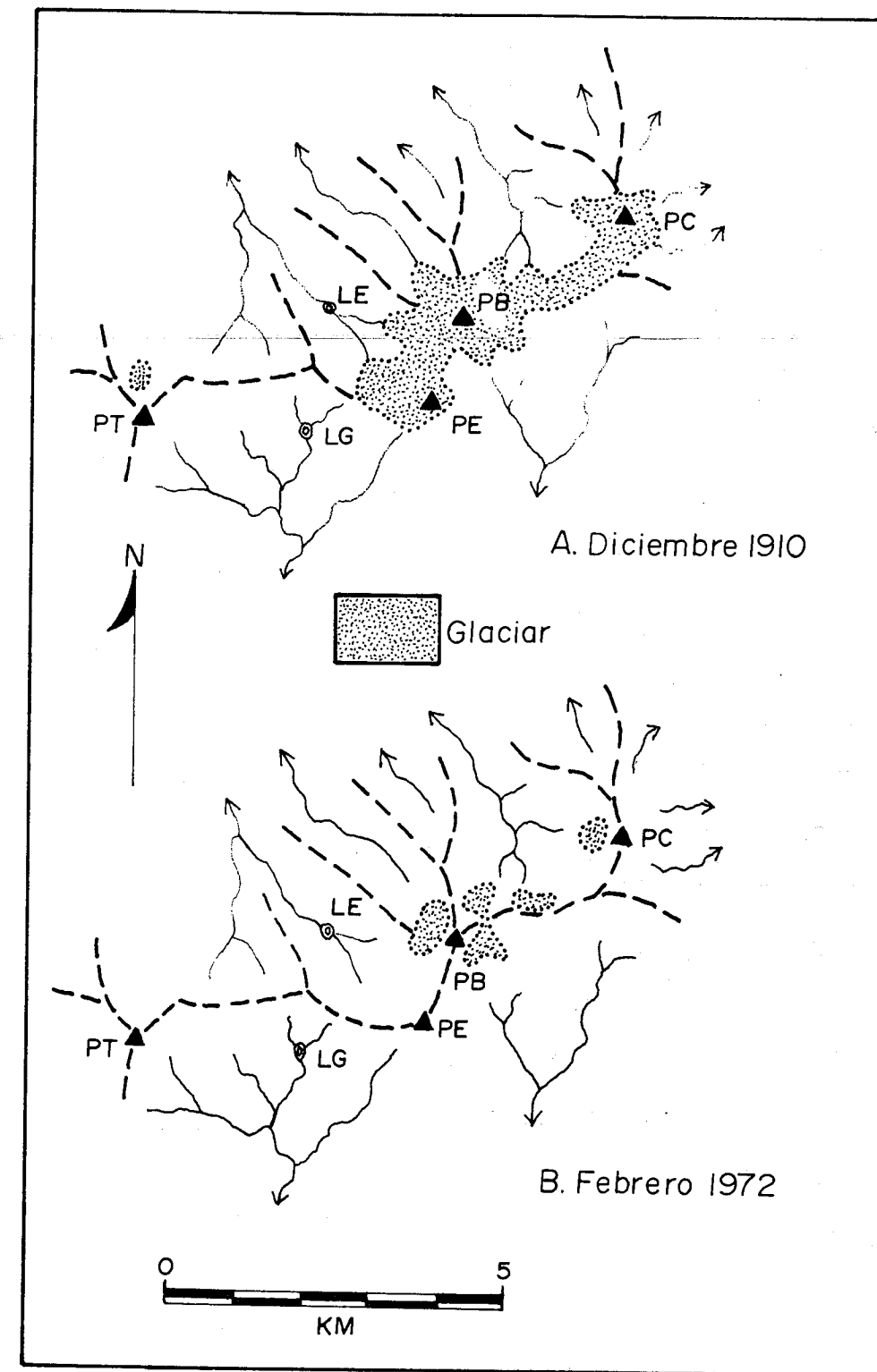


Figura 5. Area cubierta por glaciares, 1910 y 1972. El croquis base fué tomado de Jahn (1925), además de los datos para 1910. PB=Pico Bolívar; PE=Pico Espejo; PC=Pico La Concha; PT=Pico El Toro; LE=Laguna Espejo; LG=Laguna El Gallo. Las líneas interrumpidas representan crestas de las aristas.

Espejo, que cubría totalmente el área de Pico Espejo en 1910, había desaparecido completamente en 1956. Se observa una reducción considerable en el área de los Glaciares Norte y Oeste y los frentes glaciales, los cuales se encontraban en el borde de las paredes verticales de los circos en 1910, habían retrocedido entre 100 y 150 m verticalmente para 1956.

En el área del Glaciar de Timoncito (Figuras 1, 2 y 7) se hallaron varias evidencias de un retroceso glacial contemporáneo. El Glaciar de Timoncito forma una lengua de aproximadamente 350 a 400 m de largo y, en promedio, de 100 a 150 m de ancho; ocupa un pequeño circo justo debajo del lado oriental del Pico Bolívar. Su frente se hallaba a 4670 m de elevación (por altímetro) el 26 de Febrero de 1972, y depositaba sedimentos en forma activa a lo largo de él (Figura 8). El basamento expuesto consiste de neises y esquistos intensamente plegados, estriados en dirección paralela a N10°-40°E. Esto corresponde a la dirección valle abajo. Se encuentran típicas estructuras glaciales, tales como rocas aborregadas y fracturamiento glacial en las paredes del circo (Figura 7). Justo delante del frente del glaciar se encuentra una pequeña laguna con agua de color lechoso, debido a la gran cantidad de sedimento muy fino que transporta y deposita el glaciar. El glaciar tiene un espesor aproximado de 20 m en su frente; en su parte central es considerablemente más grueso, ya que en una grieta se halla expuesto un espesor mayor al mencionado y no llega hasta el fondo (Figura 10). En esta fotografía se observan las capas de hielo y estructuras de deformación (plegamientos y corrimientos) dentro del glaciar.

La evidencia principal de retroceso contemporáneo del glaciar es una zona de aproximadamente 100 m en sentido vertical, localizada inmediatamente debajo del frente. Esta zona consiste de roca fresca y desnuda; no existe vegetación y la roca presenta rasgos

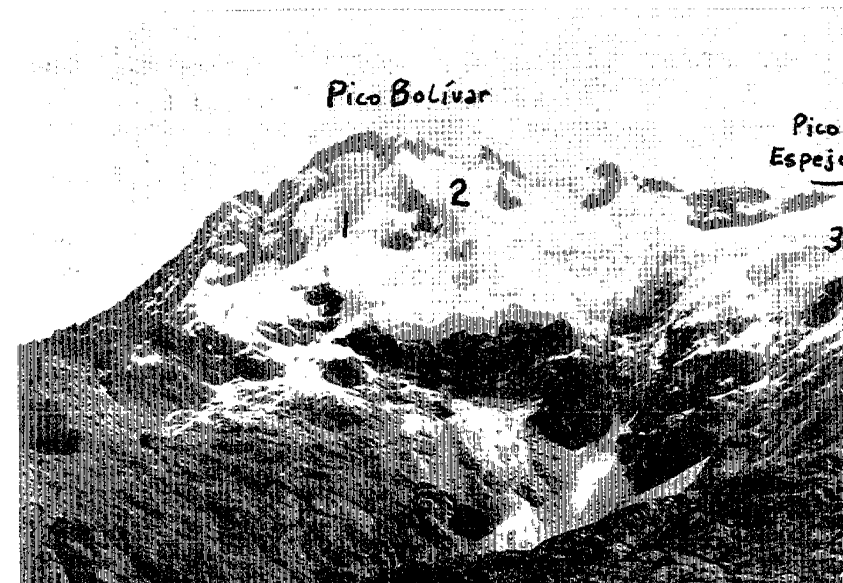


Figura 6.A

Extensión de los glaciares en el lado noroeste de Pico Bolívar (fotografía por Jahn en Diciembre de 1910; Jahn, 1912). Pico Espejo se encuentra justo a la derecha de la fotografía
 1) Glaciar Norte
 2) Glaciar Oeste
 3) Glaciar Espejo

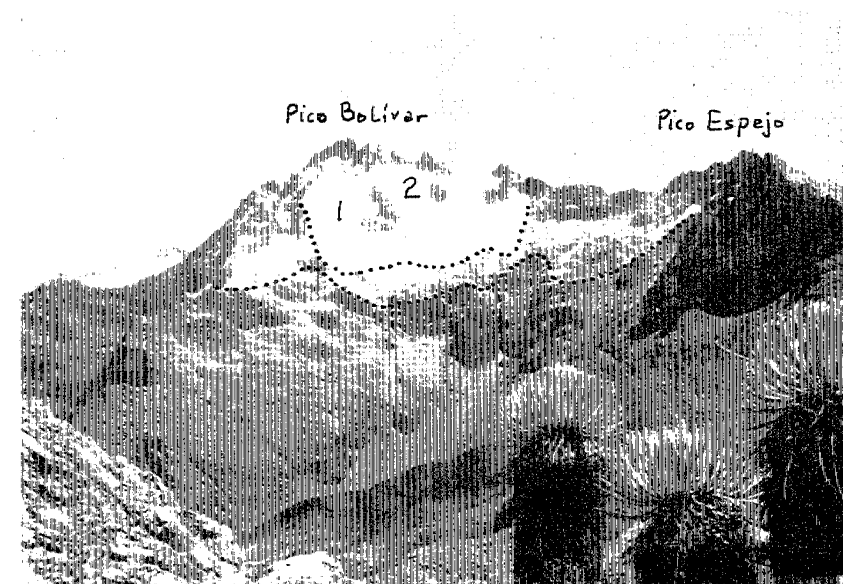


Figura 6.B

La misma vista de A en 1956 (Fotografía por F. Anzil, Casa del Turista, Mérida). Nótese la separación de los Glaciares Norte y Oeste. El Glaciar Espejo ha desaparecido completamente y se nota un retroceso vertical de aproximadamente 100 a 150 metros entre las dos fotografías.



Figura 7

El Glaciar del Timoncito desde el camino de Pico Espejo.

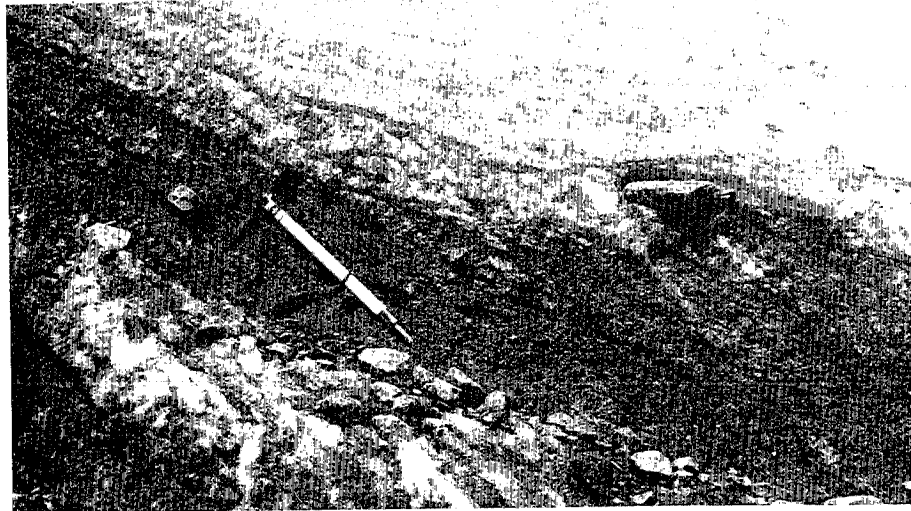


Figura 8

Frente del Glaciar de Timoncito mostrando los guijarros y bloques de roca transportados y depositados por el glaciar.

Figura 9

Plegamiento y corrimiento de las capas de hielo dentro del Glaciar de Timoncito

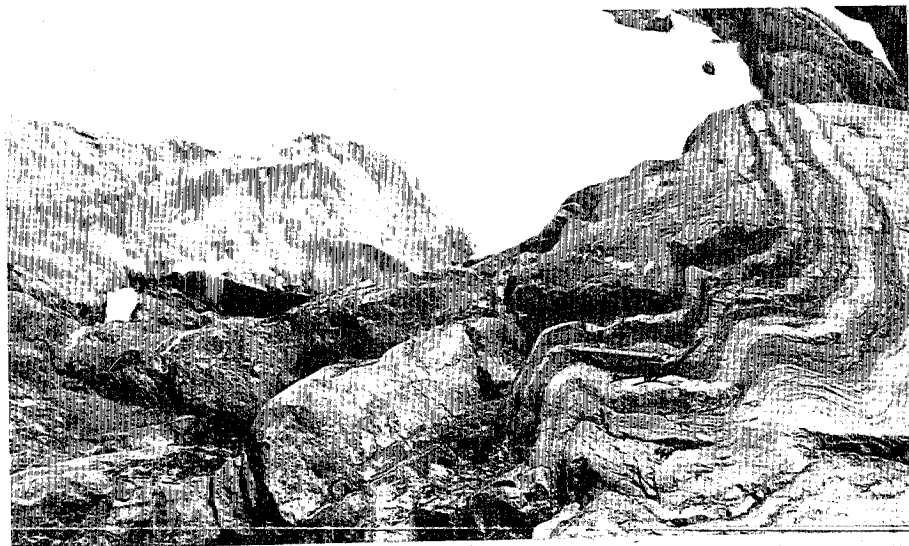


Figura 10

Frente del Glaciar de Timoncito sobre el basamento metamórfico estriado en la dirección del piolet.

muy frescos de erosión glacial, tales como estrías (Figura 10), rocas aborregadas, fracturamiento, formas redondeadas y otros. A una elevación aproximada de 4550 m, o sea 100 m debajo del frente glacial, se encuentra un límite nítido entre la zona desnuda y una zona de roca cubierta por vegetación. Por debajo de este límite se observan los efectos de la meteorización. Estas evidencias indican que el glaciar abandonó rápidamente la zona de roca fresca y las plantas (en su mayoría Cruciferae y Compositae) no han tenido tiempo de invadirla. El área de Pico Espejo, a elevaciones por encima de 4700 m, mantiene una población de plantas; por lo tanto, el límite de vegetación descrito no es un efecto de la altitud. Otra evidencia de un retroceso glacial contemporáneo es la ausencia de depósitos morrénicos. Prácticamente no se hallan sedimentos en el frente del glaciar; sin embargo, el glaciar los transporta y deposita activamente. Esto indica que el glaciar ha retrocedido regularmente, sin períodos estacionarios, durante los cuales hubiera podido acumular depósitos morrénicos.

Durante el tiempo post-Pleistoceno los glaciares de los Andes venezolanos parecen haber retrocedido constantemente. La existencia de avances locales es probable, pero deben haber sido de corta duración, ya que no se hallan evidencias fuera de morrenas menores dentro de los grandes complejos morrénicos (Schubert, 1970). Estos complejos morrénicos, localizados a elevaciones entre 3000 y 3500 m, muy probablemente representan el último avance de los glaciares Würm o Wisconsin. Esta conclusión está apoyada por edades radiocarbónicas, por comparaciones con rasgos similares en la Cordillera Oriental de Colombia, y por la frescura relativa de los depósitos glaciales (Schubert, 1970). Dentro de los valles morrénicos existen morrenas menores que reflejan períodos estacionarios durante el retroceso glacial, o también avances menores, durante los cua-

les fué posible la acumulación de morrenas. Sin embargo, el último retroceso parece haber sido muy rápido, ya que no se encuentran depósitos morrénicos importantes. En el área de Pico Bolívar se hallan morrenas menores en el circo de la Laguna Espejo y otras localidades y probablemente representan los depósitos acumulados por los glaciares que los rellenaban.

En conclusión, la historia contemporánea de los glaciares venezolanos consiste en un retroceso más bien rápido con períodos estacionarios menores y cortos, y que este retroceso continúa actualmente. Los últimos 50 a 60 años han visto un retroceso vertical de aproximadamente 100 a 150 m y una gran reducción en el área cubierta por glaciares.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Teleférico de Mérida, especialmente a su Director, L. Dávila, y a R. Ruffieux el haber proporcionado el transporte a la zona de los estudios y los excelentes mapas topográficos de la zona de Pico Bolívar. La Dirección de Cartografía Nacional proporcionó las fotografías aéreas. A. W. Goldbrunner, del Servicio de Meteorología y Comunicaciones, Fuerza Aérea Venezolana, amablemente suministró los datos climáticos usados en éste informe. H. Klinge, del Instituto Max Planck para Limnología (Plön), contribuyó numerosas copias de publicaciones antiguas. Un reconocimiento especial merecen Haydée Hernández y Oswaldo Rodríguez, del Centro de Excursionismo y Andinismo "Jorge Eduardo Burguera" de la Universidad de Los Andes, por su cooperación en el campo. Nuestros trabajos geológicos en la zona de Mérida fueron facilitados en todos sus aspectos por César Thielen, por lo cual el autor esta especialmente agradecido.

REFERENCIAS

Apfel, E. T. (1932) Glaciation in the Venezuelan Andes: Amer. Geog. Soc. Bull., v. 43, p. 191.

Blumenthal, M. (1923) In der Längsrichtung durch die venezolanischen Anden: Jahrb. Schweiz. Alpenklub, v. 57, p. 213-240.

Cabot, T. D. (1939) The Cabot Expedition to the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: Geog. Rev., v. 29, p. 587-621.

Cárdenas, A. L. (1962) El glaciario pleistoceno en las cabeceras del Chama: Rev. Geog., v. 3, no. 8, p. 173-194.

Chalbaud, C. (1958) Expediciones a la Sierra Nevada de Mérida: Ed. Paraguachoa, Caracas, 406 p.

Embleton, C. y King, C. A. M. (1968) Glacial and periglacial geomorphology: Arnold, Londres, 608 p.

Gerber, E. (1969) Bildung und Formen von Gratgipfeln und Felswänden in den Alpen: Zeit. f. Geomorph., N. F., Suppl. Bd. 8, p. 94-118.

González, P. E. (1971) Variaciones de los elementos climáticos a lo largo del corte Mérida-Pico Espejo: Trabajo Especial, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes, 49 p.

Hastenrath, S. L. (1971) On the Pleistocene snow-line depression in the arid regions of the South American Andes: Jour. Glaciol., v. 10, p. 255-267.

Jahn, A. (1912) La Cordillera venezolana de los Andes: Rev. Tec., Ministerio de Obras Públicas, p. 1-40.

— (1925) Observaciones glaciológicas en los Andes venezolanos: Cultura Venezolana, v. 18, No. 64, p. 265-280.

— (1931) El deshielo de la Sierra Nevada de Mérida y sus causas: Cultura Venezolana, No. 110, p. 5-15.

Kasser, P. (1967) Fluctuations of glaciers, 1959-1965: UNESCO, Paris, 52 p.

Royo y Gómez, J. (1959) El glaciario pleistoceno en Venezuela: Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. y Petróleo, v. 2, p. 332-357.

Schubert, C. (1970) Geología glacial del alto río Santo Domingo, Andes venezolanos: Bol. Inf. Asoc. Ven. Geol. Min. y Petróleo, v. 13, p. 232-261.

— (1972a) Late Glacial chronology in the northeastern Venezuelan Andes: Report 24th Inter. Geol. Cong., Montreal, Section 12.

— (1972b) Suelo estriado, un tipo de suelo pautado en la zona periglacial de los Andes venezolanos: Acta Cient. Vene-

zolana, v. 23, No. 3.

Shagam, R. (1971) Geología de los Andes centrales de Venezuela (resúmen): Bol. Geol., Pub. Esp. 5, Tomo 1, p. 138-142.

Sievers, W. (1888) Die Cordillere von Mérida nebst Bemerkungen über das Karibische Gebirge: Geog. Abhandl. (Penck), Bd. 3, Heft 1, 238 p.

— (1908) Zur Vergletscherung der Cordilleren des tropischen Südamerika: Zeit. f. Gletscherk. u. Glazialgeol., v. 2, p. 271-284.

— (1911) Die heutige und die frühere Vergletscherung Südamerikas: Samml. wissenschaftl. Vorträge, Leipzig, F. C. W. Vogel, Heft 5, p. 1-24.

Tricart, J. (1966) Geomorfología del área de Mucuchíes: Rev. Geog., v. 7, No. 16-17, p. 31-42.

— (1970) Geomorphology of cold environments: Macmillan, Londres, 320 p.

Vareschi, V. (1970a) Lichenologische Beiträge zu Eiszeitproblemen in den Anden: Deut. Bot. Ges., N. F., no. 4, p. 81-88.

— (1970b) Flora de los páramos de Venezuela: Ed. del Rectorado, Universidad de los Andes, Mérida, 429 p.

White, W. A. (1970) Erosion of cirques: Jour. Geol., v. 78, p. 123-126.

Wood, W. A. (1970) Recent glacier fluctuations in the Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: Geog. Rev., v. 60, p. 374-392.

ASOCIACION VENEZOLANA DE GEOLOGIA, MINERIA Y PETROLEO

Junta Directiva
Directivos

Presidente	G. Coronel
Primer Vice-Presidente	C.C. Jefferson Jr.
Segundo Vice-Presidente	M. Vignali
Secretario	C. Vázquez
Secretario Coordinador	V.D. Winkler
Tesorero	J.L. Hallman
Editor	C.H. Graf

Consejeros

F. Moreno (Presidente saliente)	H. Krohn
D. Pérez de Mejía	E. Fronjosa
A. Neuman de Gamboa	

Publicaciones

Editor	C.H. Graf
Editor asistente	E. Fronjosa
Distribución	A. Neuman de Gamboa

El Boletín Informativo está a la disposición de todas las contribuciones sobre Geología, minería y la tecnología del petróleo, especialmente dentro del aspecto venezolano. No es necesario que los autores sean miembros de la Asociación y los manuscritos pueden ser redactados en castellano o inglés. No obstante, el Comité se reserva el derecho de publicación y no se hace responsable por los conceptos emitidos en los artículos.

Los editores son responsables de los comentarios y editoriales que aparezcan sin firma. Las opiniones expresadas no establecen el criterio de la Asociación ni obligan a sus miembros.

Los artículos y comunicados deberán dirigirse al Editor, Boletín Informativo, A.V.G.M.P., Apartado 60.400, Caracas, Venez.

Precios

	<u>En Venezuela</u>	<u>En el Exterior</u>
Cualquier número suelto	Bs. 3,00	US\$ 1,00
Volumen completo (años anteriores)	30,00	10,00
Volumen completo (año en curso)	24,00	8,00

Los pagos hechos en Venezuela pueden efectuarse en dinero efectivo o por cheque de cualquier banco de Caracas. A los cheques emitidos por bancos, sucursales o agencias del interior de la República debe aumentarse la cantidad de Bs. 2,50 por concepto de comisión bancaria. (Payments outside of Venezuela should preferably be made by US dollar checks. Checks in other monies should be increased by US\$ 1,50 to cover Venezuelan banking charges)

Tabla 1. Observaciones climatológicas (medias mensuales) en las dos últimas estaciones del Teleférico de Mérida, 1970-1971 (Informe Climatológico, Servicio de Meteorología, Fuerza Aérea Venezolana)

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Año
Loma Redonda (4065m)													
Temperatura media (°C)	2.6	3.0	2.3	3.8	4.2	2.6	1.4	1.3	1.4	2.0	2.0	1.6	2.4
Temperatura máxima absoluta (°C)	9.7	9.9	8.8	7.7	9.1	7.5	6.8	6.0	5.0	5.8	6.0	6.4	9.7
Temperatura mínima absoluta (°C)	3.6	0.1	-0.8	0.4	0.9	-1.0	-1.9	-2.5	-2.0	-1.0	-1.3	-1.6	-2.5
Precipitación total (mm)	21	38	25	107	231	157	182	197	127	202	96	115	1498
Pico Espejo (4765m)													
Temperatura media (°C)	0.0	-0.2	-0.1	-1.0	-0.6	-1.1	-1.9	-1.7	-1.7	0.8	0.6	0.2	-0.6
Temperatura máxima absoluta (°C)	8.0	8.7	6.8	8.9	4.5	5.8	6.0	2.4	3.7	3.7	6.3	7.1	7.1
Temperatura mínima absoluta (°C)	-4.4	-5.4	-4.7	-4.6	-3.0	-6.0	-3.2	-4.0	-5.0	-10.8	-2.7	-3.5	-10.8
Precipitación total (mm)	27	10	22	23	113	130	129	171	148	178	105	80	1135