

- *Cuadros de la Naturaleza* (Primera edición alemana 1808). Versión española de Bernardo Giner, Madrid, 1878.
- *Cuadros de la Naturaleza* según la edición definitiva anotada y ampliada por el autor. Traducidos por Javier Núñez de Prado con un prólogo de Emiliano M. Aguilera, Barcelona, Iberia, 1961, 326 págs.
- *Sitios de las Cordilleras y Monumentos de los Pueblos Indígenas de América*. Estudio preliminar de Fernando Márquez Miranda. Traducción de Bernardo Giner, según la edición de Imprenta y Librería de Gaspar, Madrid, 1878. El texto fue cotejado y revisado con el original francés y su grafía modernizada por J. de Diego y Horacio A. Maniglia, Buenos Aires, Ediciones Solar y Librería Hachette, Biblioteca Dimensión Americana, dirigida por Gregorio Weinberg, 1968, 297 págs.
- *Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent fait en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 et 1804* par Al. de Humboldt et A. Bonpland. Rédigé par Alexandre de Humboldt; avec un Atlas géographique et physique. A Paris, à la Librairie Grecque-Latine-Allemande, rue des Fossés Montmartre, 14. Tomo I: 1816, 439 págs.; tomo II: 1816, 381 págs.; tomo III: 1817, 381 págs.; tomo IV: 1819, 331 págs.; tomo V, chez Maze Librairie, rue Git-Le Cœur, 4, 1820, 318 págs.; tomo VI: 1820, 396 págs.; tomo VII: J. Smith, rue Montmorency, 16, Gide fils, rue Saint Marc Feydeau, 20, 1824, 455 págs.; tomo VIII: id., 1824, 526 págs.; tomo IX: id., 1825, 419 págs.; tomo X: id., 1825, 478 págs.; tomo XI: id.; 1826, 416 págs.; tomo XII: 407 págs.; tomo XIII: (Additions au chapitre XXIX), 1831, 166 págs.
- *Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 y 1804* por Al. de Humboldt y A. Bonpland. Redactado por Alejandro de Humboldt. Caracas, Biblioteca Venezolana de Cultura, Colección «Viajes y naturaleza», 1941-1942. Segunda edición: Caracas, Ediciones del Ministerio de Educación, 1956. Tomo I: traducción Lisandro Alvarado, Libros 1º y 2º y Suplemento, 481 págs. (1ª ed.) 388 págs. (2ª ed.); tomo II: traducción de Lisandro Alvarado, Libros: 3º y 4º, Apéndice y Suplemento, 458 págs. (1ª ed.) 364 págs. (2ª ed.); tomo III: traducción de Lisandro Alvarado, Libros 5º y 6º y apéndice, 327 págs. (2ª ed.); tomo IV: Libro VII, traducción de Lisandro Alvarado, Libro VIII, traducción de Eduardo Röhl, 495 págs. (2ª ed.); tomo V: Libro IX, traducción de José Nucete-Sardi, Suplemento, traducción de Lisandro Alvarado, 366 págs. y dos mapas fuera de texto (2ª ed.).
- *Viaje a las regiones equinociales del Nuevo Continente hecho en 1799, 1800, 1801, 1802, 1803 y 1804* por A. de Humboldt y A. Bonpland. Redactado por Alejandro de Humboldt. Traducción de Lisandro Alvarado, Luis Yepes, Eduardo Röhl y José Nucete-Sardi. Notas aclaratorias de Josefina Ruiz Trapero, María del Carmen Purro y Teresa Pacheco Peñaranda. Estudio preliminar por el Dr. Roberto Ferrando, Madrid, Aguilar, Biblioteca Indiana, Viajes y Viajeros, Viajes por América del Sur II, Edición con estudios y notas de los textos de Cabeza de Vaca, Charnay, Staden, Schmidl, Azara, MacCann, Humboldt y Guinnard, 1962, 1.258 págs. Páginas 563-1.120.
- *Vues des Cordillères et Monuments des Peuples Indigènes de l'Amérique*. Collection dirigée par Charles Minguet et Amos Segala. Nanterre, France, Editions Erasme, Collection Memoria Americana, 1989, 350 págs.

## OBSERVACIONES MORFOLOGICAS EN LOS ANDES

En 1977 iniciamos una línea de investigación sobre geomorfología andina, en la cual hemos desarrollado diversas campañas sobre el terreno. Comenzamos estos trabajos aquel año en la Cordillera Blanca del Perú, con la publicación de un estudio sobre el macizo Huascarán-Chopicalqui (MARTÍNEZ DE PISON y NICOLAS, 1978). En 1982 amplió las observaciones anteriores un grupo del entonces activo Instituto Español de Glaciología compuesto por los geógrafos F. Alonso, J. Palacios y P. Nicolás, el geólogo J. Martínez Goytre y el ingeniero G. Zaragoza, en el mismo macizo del Huascarán y en la quebrada de Cójup, próxima a Huaraz. En 1983 Martínez de Pison, P. Nicolás y F. Alonso continúan este trabajo, en concierto con la Universidad de San Marcos de Lima y en colaboración con el INGEOMIN peruano, realizando observaciones sobre formas y procesos glaciares en las quebradas de Llaca, Cójup, Ishinca, Llanganuco-Chacaraju y Parón, así como en la fosa del Santa y en

los llanos de Conococha. En 1988 E. Serrano, en estrecha relación con este programa y en el marco de una expedición científico-deportiva de la Universidad Autónoma de Madrid, cartografía los sectores internos de las quebradas de Ishinca, Llanganuco y Parón y presenta una comunicación sobre ello en la Primera Reunión de Geomorfología (SERRANO, 1990).

Aunque la Cordillera Blanca del Perú ha sido el principal objeto de estudio, también se han realizado observaciones en otros puntos de los Andes, como las áreas volcánicas ecuatorianas (Cotopaxi y Chimborazo, por Martínez de Pison y Nicolás, 1977), el sector culminante de la cordillera andina, el Aconcagua, en 1985-86, por J. López, P. Nicolás y Martínez de Pison, y los Andes fueguinos y patagónicos, por los mismos, en 1990.

Como resumen de estos trabajos está en elaboración una síntesis sobre los períodos glaciares observados y sus modalidades. En esta nota indicamos

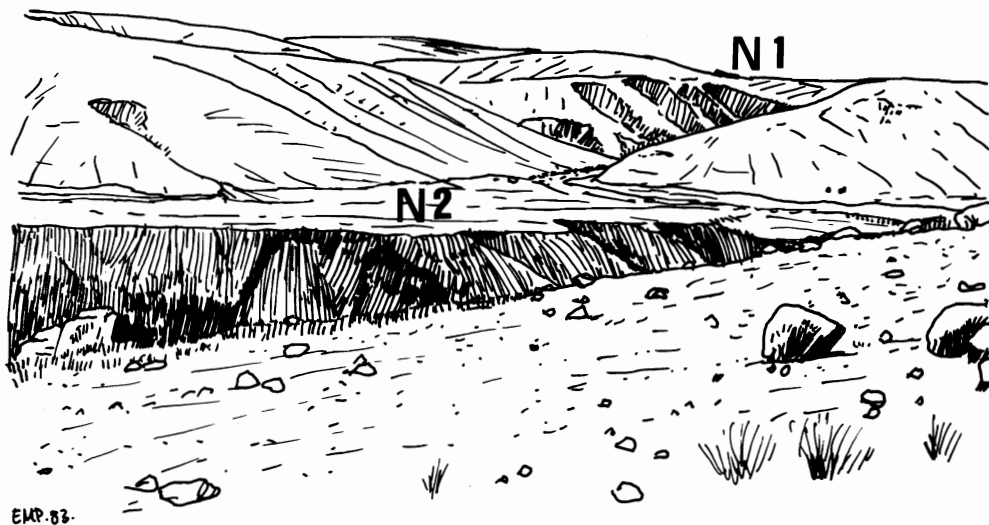


Fig. 1. Niveles encajados a unos 4.000 m. de altitud en Conococha-Pachacoto (Cordillera Blanca, Perú). N-1 es anterior a las formas glaciares del Pleistoceno Reciente.

las fases más relevantes que hemos podido reconocer en la Cordillera Blanca peruana.

### OBSERVACIONES EN LA CORDILLERA BLANCA

En el sector de Conococha y Pachacoto, al Sur de la Cordillera Blanca, se conserva bien un modelado en forma de glacis, con sectores semiendorreicos. El buen estado de estas formas heredadas es consecuencia de la escasa incisión por erosión remontante del río Santa y del barranco que drena hacia el Oeste (Pativilca). En este sector, a unos 4.000 m. de altitud, son reconocibles dos niveles principales de glacis encajados, que arrancan del pie de los próximos y altos relieves de las estribaciones meridionales de la Cordillera Blanca.

El glacis superior se alarga en forma de longueros, con un notable espesor del material detrítico. Su suave topografía culminante ha sido parcialmente remodelada en lomas e incidida por torrentes, aunque conserva los rasgos mayores de su forma. En su rellano culminante descansan, esparcidos, algunos grandes bloques. La incisión torrencial no sólo diseca la pendiente del glacis sino que ha seccionado su raíz de enlace con la base de la cordillera.

El glacis inferior se encaja en el anterior, formando en primer lugar, a favor de una vieja red torrencial no funcional, un aterrazamiento aluvial que aguas abajo se transforma en glacis-conos. Aguas arriba, las terrazas conectan con depósitos glaciares.

En la Cordillera Negra, que cierra por el Oeste el valle del Santa, también se han conservado localmente retazos de niveles de glacis difícilmente correlacionables. Sobre Huaraz se observa un amplio glacis antiguo, suspendido en altitud y discontinuo; a cota más baja existe otro nivel de glacis más reciente de tipo coluvionar, también discontinuo por el progresivo zapamiento del río Santa en su base.

Más desdibujados y quizá tectonizados en algún caso, también se reconocen dos niveles de glacis al pie de la Cordillera Blanca. Tal vez en relación con estos glacis existen, de modo no continuo, depósitos mal rodados, heterométricos, conservados en el sector oriental de Huaraz por encima del Santa, más antiguos que las morrenas pleistocenas.

En el fondo del valle del Santa hay dos niveles aluviales básicos. El más importante, que adquiere especial continuidad entre Huaraz y Yungay, se extiende con intermitencia por el Callejón de Huaylas a la salida de las quebradas orientales, procedentes de la Cordillera Blanca. Los aluviones de estas quebradas constituyen grandes conos de deyección fluvio-glaciares de varias decenas de metros de espesor, con bloques graníticos rodados y abundancia de materiales metamórficos (propios del valle y del glacis), en un conjunto heterométrico con bruscos cambios laterales y verticales de facies, con tramos de disposición caótica y otros en lechos. Estos conos, en posición transversal al Santa, están recortados por la incisión de éste, que, al atravesarlos, angosta su perfil, alcanzando incluso la roca in situ aflorante en el fondo de la fosa (volcanitas y rocas metasedimentarias plegadas y falladas). Estos conos podrían atribuirse a una fase glacial del Pleistoceno reciente.

Una terraza más baja bien definida se extiende con continuidad aguas abajo a 25 m. sobre el lecho del río. Está formada fundamentalmente por material granítico y en relación con ella existe también otro nivel de conos, procedentes de las quebradas, encajados a su vez en los más antiguos. Cerca del cauce hay una plana aluvial intermitente que puede considerarse subactual.

Las lenguas glaciares del Pleistoceno reciente, procedentes de las quebradas de la Cordillera Blanca, debido a la estrechez de tales quebradas, labradas sobre líneas de falla transversales a la cordillera, estriaron y molduraron las laderas verticales de las gargantas hasta niveles elevados. A la salida de este ámbito de formas estructurales en pilares gra-

níticos, disminuyen las pendientes, se extiende la vertiente del Santa y termina bruscamente la constricción de las laderas, por lo que los frentes de las lenguas se abrieron en lóbulos de piedemonte, al tiempo que se detenía su avance al alcanzar su área altitudinal de ablación. En consecuencia, sus formas de erosión se atenúan, con adaptación al relieve previo, y se emplazan, en cambio, amplios y múltiples depósitos morrénicos y proglaciares.

Así son visibles, por ejemplo, cinco arcos morrénicos latero-frontales de esta fase glaciaria a la salida de la quebrada Cójup; dos a la de Parón (3.300 m.), con terrazas fluvio-glaciares; otras dos a la salida de la quebrada de Ishinca. También en los interfluvios entre quebradas, a veces labrados por quebradas secundarias, existen arcos morrénicos, que en ocasiones son complejos y están trenzados, pudiéndose encontrar hasta ocho arcos en Chacarurec, entre Llaca e Ishinca. Entre Cójup y Llaca existen turberas, sobre las cuales se extienden morrenas de ladera procedentes de glaciares de domo. En la vertiente del Huascarán este tipo de glaciario adquiere especial entidad, con sus formas asociadas, como ya indicamos en nuestro trabajo de 1978.

En Llaca se observan bien estos hechos. Hay tres cubetas intramorrénicas frontales yuxtapuestas, formadas por diversos episodios glaciares próximos con sucesivos retrocesos. Aunque algunos autores mencionan una fase glaciaria más antigua y más baja, con materiales morrénicos esparcidos y cercana a Huaraz, el testimonio indudable más externo que nosotros hemos observado es un segmento de arco frontal a 3.300 m. de altitud, que es relacionable con un muro lateral próximo, y que correspondería a la primera fase constatable con seguridad. El segundo episodio tiene su frente a 3.400 m. y presenta, primero, cuatro arcos prácticamente adosados, que conforman un frente pulsador, enlazando con largas morrenas laterales que alcanzan la misma boca de la quebrada. Tras este frente múltiple y su cubeta correspondiente, un quinto arco con un desdoblamiento menor forma otro nuevo frente local. Podemos asociar, sin embargo, estos seis arcos en un complejo terminal único, aunque pulsador, del lóbulo de piedemonte de la lengua pleistocena reciente.

Por encima de este lóbulo, a 3.800-3.900 m., aparece aún otro cierre, interno al canal de las mencionadas morrenas laterales y característico de un retroceso de mayor entidad, que es con seguridad ya finiglaciario. Dentro de este frente aparecen encajados y muy próximos entre sí cuatro arcos más. Cerca se encuentra ya, hacia arriba, el paisaje angosto de la quebrada y su lecho limpio de morrenas en un largo trayecto, hasta los 4.280 m. de altitud. En resumen, pueden disociarse trece arcos morrénicos latero-frontales, con tres episodios principales: a) un máximo glaciario; b) una fase estable de piedemonte, con dos subfases muy pulsadoras, y c) un

episodio de retroceso, también pulsador. A partir del arco correspondiente al máximo glaciario se derraman materiales proglaciares hacia el Santa.

E. Serrano ha distinguido, en el interior de las quebradas, tres fases más recientes que las anteriores. La que denomina como «complejos morrénicos inferiores», entre los 4.100 y 4.300 m., es propia de diversas paradas en el retroceso y aparece con dos episodios. El inferior está referido a muros laterales, a veces con dos pulsaciones, y el superior a un estadio de disociación en las quebradas compuestas, entre los afluentes y el valle principal, en ocasiones con tres subestadios. Sitúa esta fase en el Holoceno, entre 4.500 y 4.200 años B.P., siguiendo a Clapperton. La siguiente fase viene definida por la existencia de «complejos internos medios», entre los 4.200 y los 4.400 m. de altitud, que están mejor conservados en sus frentes y constan de numerosos arcos; las lenguas procedentes de las altas laderas alcanzan, como todavía ocurre hoy en Parón, el fondo de la quebrada, exenta ya en su eje de glaciario de valle; según las mismas dataciones, esta fase podría tener entre 2.700 y 2.000 años B.P. Finalmente, establece un «complejo interno superior», a una altura variable entre 4.300 y 4.800 m., que presenta comúnmente dos o tres episodios; el más antiguo podría relacionarse con un avance entre 1.300-1.100 años B.P. y el reciente, como en otras ocasiones hemos señalado, con la Pequeña Edad del Hielo.

La quebrada de Llaca, de trazado simple y cabecera lobulada, no presenta las complicaciones de los valles compuestos, derivadas de su fase de disociación o de la interferencia de lenguas afluentes en el canal principal, por lo que aquella sólo contiene, por encima de lo antes descrito, un arco frontal holoceno reciente a 4.280-4.300 m. de altitud, que se muestra relativamente alejado del inmediato más bajo. De modo similar, en Cójup y en Ishinca se observan muros laterales y, en la última quebrada, arcos frontales que podrían equivaler a la misma fase holocena (4.200-4.230 m.); en Parón puede señalarse lo mismo. En cambio, los dos episodios se manifiestan mejor en los circos laterales próximos a las cabeceras de Cójup e Ishinca.

La ladera SE de Cójup, con un desnivel entre

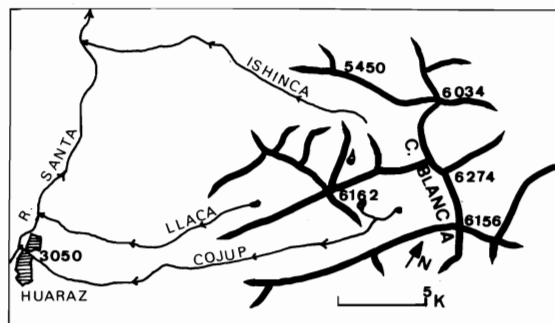


Fig. 2. Disposición de las quebradas Ishinca, Llaca y Cójup (Cordillera Blanca, Perú).

4.450 y 5.200 m. de altitud, se desarrolla en forma de escalones morfotectónicos sobre los que se apoyan frentes morrénicos colgados, procedentes de glaciares alojados entre los picos Ranrapalca e Ishinca. Se distinguen dos conjuntos: el inferior, con frentes a 4.790 m. y a 4.840 m., contiene dos estadios, aunque pueden contarse hasta cuatro arcos. El ámbito intramorrénico está formado en ambos frentes escalonados por suelo turboso y los arcos están colonizados por la vegetación de altitud. El conjunto superior posee, a su vez, otros dos arcos próximos a diferentes cotas (4.930 m. y 5.100 m.), estando el penúltimo próximo a los glaciares actuales, pero ya fijado y con vegetación, y el último, aún suelto, sin colonizar e inmediato al lecho recientemente descubierto por el retroceso glaciar de nuestro siglo.

Son, pues, estos dos conjuntos atribuibles respectivamente a las dos fases holocenas y a las dos subactuales, englobando éstas o no bajo la denominación de la «Pequeña Edad», quizá reservable sólo para el último episodio. En cualquier caso, unificaríamos para simplificar los «complejos internos in-

feriores y medios» en un grupo de dos fases holocenas muy homogéneas y próximas, no sólo en el espacio, sino también en el tiempo, al igual que ocurre con los dos estadios altos: también la morrena de la «Pequeña Edad» de la quebrada Cójup está desdoblada en tres arcos; la de Llaca presenta localmente así mismo otros tres desdoblamientos en su culminación, y la de Ishinca un doble arco frontal, aun más marcado.

En la vertiente NW de la cabecera de la quebrada Ishinca, opuesta a la anteriormente descrita de Cójup, se reproduce la misma serie de estadios. Dos cierres morrénicos sucesivos enmarcan dos rellanos con sendas turberas —estadios holocenos—, y una gran morrena reciente desdoblada encierra, cerca del frente de hielo actual, una laguna de aguas de fusión del hielo, retenidas por el arco frontal. Más lejos, en el frente del glaciar Pisco-Huandoy reaparece, por ejemplo, la misma sucesión; también en la repisa morfotectónica entre los Huandoy y la quebrada Llanganuco. Son casos suficientes para poder generalizar la sucesión establecida. En síntesis: Glacis preglaciar; máximo pleistoceno reciente, con un estadio de avance mayor y otro duradero, pero de frente móvil; fase finiglaciar; fase doble holocena; fase doble reciente y subactual; retroceso actual del frente glaciar.

Los glaciares actuales se encuentran, efectivamente, en franco retroceso, visible en las posiciones retranqueadas de los frentes de hielo respecto a las morrenas latero-frontales de la Pequeña Edad del Hielo, en las pérdidas de espesor de lenguas respecto a las mismas y en el descubrimiento progresivo del roquedo del lecho en sectores de laderas, umbrales, paredes y circos glaciados.

Estos glaciares se sitúan aproximadamente a altitudes por encima de los 4.500 m. Sus tipos más frecuentes son los aparatos de domo en las zonas de cumbres, los glaciares de ladera, a veces incluso casi verticales, los colgados en repisas al pie de paredes y las lenguas que se emplazan en las vertientes y en el fondo de las quebradas. Sus terminaciones presentan frentes negros y rocosos, con más frecuencia en los aparatos de valle. Las orientaciones más favorables para el desarrollo de los glaciares son la meridional y la oriental, como consecuencia del efecto de umbría y de la dinámica atmosférica. Es notable la capacidad de adherencia del hielo a escarpes de pronunciada inclinación en la alta montaña tropical. De ello se deriva la existencia de laderas y paredes de 500 a 1.000 m. de desnivel cubiertas por glaciares muy pendientes. En las más verticalizadas y con orientaciones más favorables, el hielo se fija en las protuberancias rocosas, recubriéndolas, lo que da lugar a unas características formas de detalle, aristadas, con profundas estrías. Igualmente proliferan las cornisas de hielo y nieve en las crestas, acompañadas de grandes colgaduras, casi siempre orientadas a sotaven-

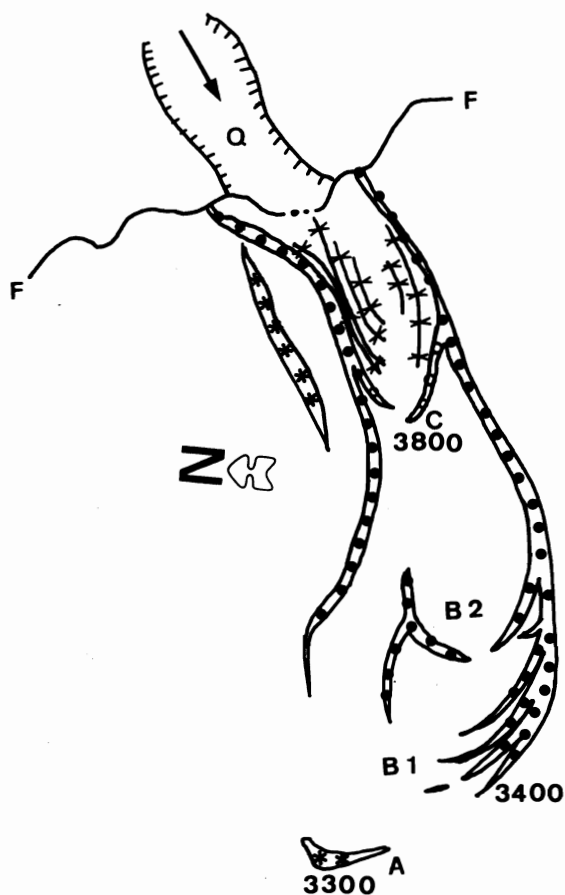


Fig. 3. Esquema de campo del complejo morrénico pleistoceno de la Quebrada Llaca en la Cordillera Blanca (Perú).

Q: quebrada

F: falla límite de la Cordillera

A: frente pleniglaciar (mayor avance)

B<sub>1-2</sub>: frentes pulsadores del máximo glaciar

C: frente finiglaciar de retroceso con arco menores.

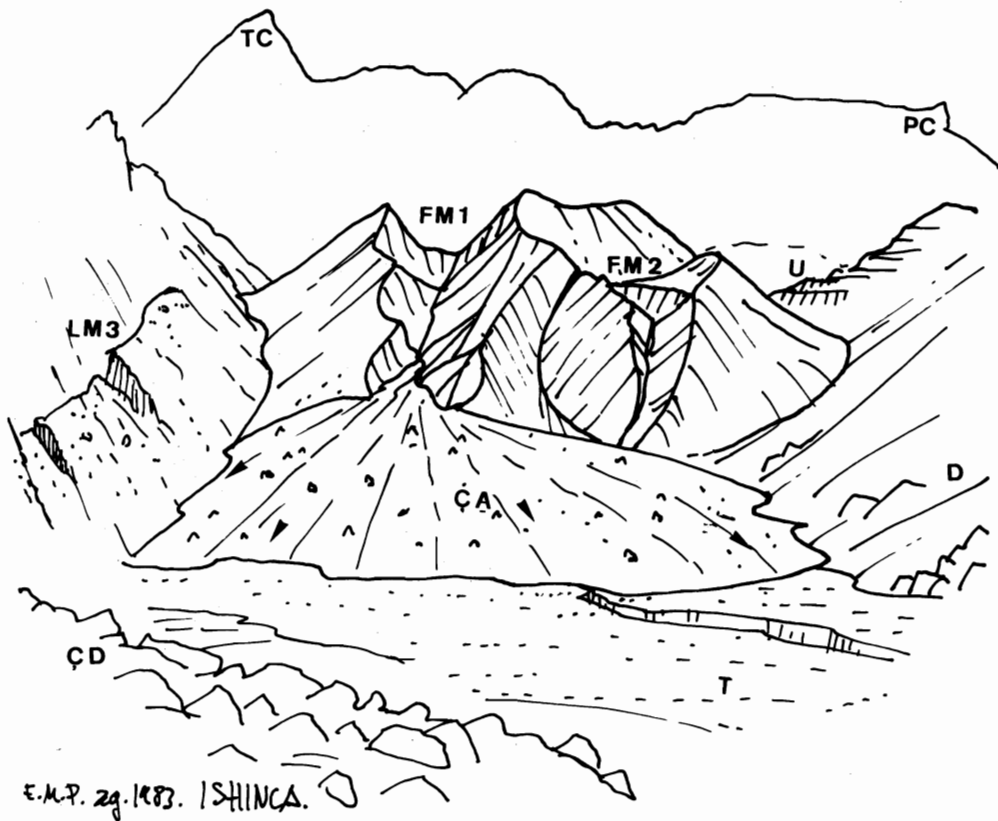


Fig. 4. Croquis de campo del cierre frontal del glaciar de Ishinca, a 4.400 m. (Cordillera Blanca, Perú).  
 FM 1 y 2: dos estadios de la glaciación subactual. (1: Pequeña Edad del Hielo)  
 LM 3: morrena lateral holocena  
 CA: cono de deyección por descarga violenta  
 CD: cono de derrubios  
 U: umbral de apoyo del glaciar actual  
 TC: TOCLLARA-JU (6.034 m.)  
 PC: PALCARAJU (6.274 m.)

to. Los aludes en los sectores abruptos producen frecuentes y bruscas transferencias de masa glaciar entre las áreas altas y los fondos de valle. Las diarias oscilaciones térmicas ocasionan procesos de deshielo y rehielo, que dan lugar a la presencia, en la superficie del glaciar, especialmente en los cortados de los *seracs* y grietas, de peculiares y abundantes formas menores.

Los afloramientos rocosos, allí donde existen, y salvo ciertos enclaves de roca compacta, están

muy afectados por la gelivación, originando pedreras con taludes de fuerte pendiente, a veces retenidas por el propio hielo. Las aristas se convierten en cresterías rocosas, cuya progresiva destrucción genera abundantes clastos. Se puede afirmar, en suma, que la alta montaña se encuentra actualmente en fase de progresiva deglaciación.— EDUARDO MARTINEZ DE PISON, FRANCISCO ALONSO OTERO y PEDRO NICOLAS MARTINEZ (Universidad Autónoma de Madrid).

## BIBLIOGRAFIA

- ALONSO, F. y MARTINEZ DE PISON, E. (1983): «Nota informativa acerca de los trabajos del Instituto Español de Glaciología (INEGLA)». *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, nº 3, pp. 287-289.
- CLAPPERTON, C. M. (1972): «The Pleistocene moraine stages of west-Central Perú». *Journal of Glaciology*, vol. 11, nº 62, pp. 255-262.
- CLAPPERTON, C. M. (1983): «The glaciation of the Andes». *Quaternary Sciences Review*, vol. 7, pp. 83-155.
- MARTINEZ DE PISON, E. y NICOLAS, P. (1978): «Observaciones y problemas morfológicos en el macizo Huascarán-Chopicalqui». *Bol. Real Soc. Geográfica*, tº XCIV, pp. 241-288.
- SERRANO CAÑADAS, E. (1990): «Evolución glaciar intramontana en la vertiente occidental de la Cordillera Blanca. (Andes Peruanos)». *Primera Reunión Nacional de Geomorfología*, Teruel, pp. 221-232.