

"Estado actual de los glaciares en los Andes tropicales: una perspectiva multi-siglo sobre evolución glaciaria y cambio climático"

Dirk Hoffmann

08 de Abril de 2013

El artículo "Estado actual de los glaciares en los Andes tropicales: una perspectiva multi-siglo sobre evolución glaciaria y cambio climático" ([Current state of glaciers in the tropical Andes a multi-century perspective on glacier evolution and climate change](#)), publicado en la revista científica "*The Cryosphere*" en enero de este año, es el estudio más completo sobre el retroceso glaciario en la región de los Andes centrales.

Los investigadores bajo el liderazgo de Antoine Rabatel confirman que el retroceso acelerado de los glaciares tropicales, sin precedentes en los últimos 500 años, comenzó a finales de la década de los 70: Hasta la fecha se perdieron entre 30 y 50% de la superficie glaciaria en la región.



Glaciar Charquini Sur, Cordillera Real de Bolivia, marzo de 2013

El estudio sobre el estado actual de los glaciares andinos presentado por Antoine Rabatel y colegas es no solamente el estudio más completo sobre el comportamiento glaciario desde la Pequeña Edad de Hielo (siglo XV al siglo XIX), sino también el artículo más autoritativo. Fue publicado en la revista "*The Cryosphere*", una revista científica de acceso abierto de la [Unión Europea de Geociencias](#) (EGU) en enero de este año. El equipo de investigación cuenta con 28 co-autores, entre ellos la mayor parte de los principales glaciólogos y climatólogos que han trabajado sobre los glaciares de los Andes tropicales.

"El objetivo de esta revisión de literatura es proveer a la comunidad científica un panorama completo sobre estudios realizados sobre glaciares tropicales durante las décadas recientes, que permitirá determinar el estado actual de los glaciares", escriben los autores, para continuar: "Estos son temas importantes para poder estimar el comportamiento futuro de los glaciares y su impacto sobre el funcionamiento hidrológico de las cuencas glaciarias de alta montaña durante las próximas décadas".

Los Andes tropicales albergan el 99% de los glaciares tropicales del mundo (Perú 71%, Bolivia 20%, Ecuador 4%, Colombia y Venezuela 4%), con una superficie glaciaria de alrededor de 2.000 km² a comienzos de este milenio (Francou & Vincent, 2007).

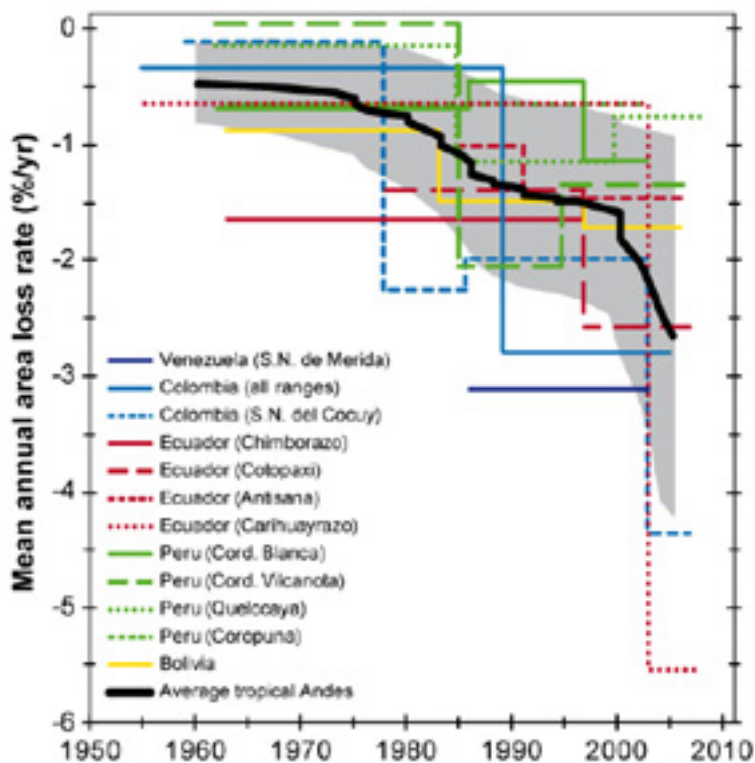
El artículo ofrece tanto una visión de conjunto para los Andes tropicales, al igual que un análisis detallado de la evolución de las superficies, balances de masa etc. para cada país (Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia). Además, aporta un panorama muy completo sobre las personas, instituciones y proyectos involucrados en las investigaciones realizadas, que se plasma en una bibliografía muy completa. Uno de los primeros trabajos de envergadura en Bolivia era el inventario de los glaciares bolivianos realizado por el geógrafo alemán Ekkehard Jordan durante los años 80 (y publicado en 1991), todavía referencia estándar para los investigadores en el país.

En la primera parte, los autores dan un resumen sobre el contexto climático y los métodos utilizados en la investigación de glaciares, que abarcan la medición de las lenguas y del balance de masa glaciar en campo, el balance energético de la superficie, el uso de sensores remotos y restitución fotogramétrico, fotos aéreas e imágenes satelitales.

Luego se resume el comportamiento de los glaciares desde el máximo de la Pequeña Edad de Hielo (*LIA – Little Ice Age*) entre mediados del siglo XVII y comienzos del siglo XVIII. Después, por más de cien años, los glaciares tropicales siguieron un camino de leve retroceso muy homogéneo en toda la región. Durante la última parte del siglo XIX se registró un primer retroceso más pronunciado. Para el siglo XX se nota un retroceso leve o una estagnación de la posición de las lenguas glaciares hasta la segunda mitad de los años 70 para la mayoría de los glaciares (ver también la entrada al *Klimablog* del 30/10/12 "[Todo lo que Ud. quería saber sobre 'Montaña y Glaciares' en los Andes Tropicales](#)").

1976, el año de la "transición climática del Pacífico" (*Pacific climate shift*), parece ser el año de cambio de tendencia (*trend shift*) para los glaciares tropicales de los Andes. A partir de esta fecha se nota un retroceso acelerado generalizado, que se acentúa otra vez a partir de finales de la década de los 90 del siglo pasado. Los años con una fuerte presencia del fenómeno de El Niño (ENSO) son también los años de mayor pérdida de masa en la región.

"Esta respuesta glaciar coherente sugiere la existencia de una fuerza común de gran escala, que influye la variabilidad climática a escala regional", constatan Rabatel *et al.*



Compilación de promedios de tasas de pérdida de área glaciar para diferentes periodos de tiempo para áreas glaciares entre Venezuela y Bolivia. La línea negra marca el promedio regional para los Andes tropicales. Se observa bien el inicio del retroceso acelerado a partir de 1976, que luego se acentúa otra vez a partir de finales de los años 90; fuente: Rabatel et al. 2012

Después de haber analizado la influencia y comportamiento de diferentes variables que afectan los glaciares, como ser nubosidad, albedo de la superficie glaciar, flujos energéticos (radiación de ondas cortas y ondas largas), evolución del balance de masa, los investigadores concluyen que la variable clave es la temperatura:

"A una escala anual, la temperatura del aire es un mejor índice para el balance de masa, porque integra procesos de ablación y acumulación sobre un periodo de tiempo largo". Todos los autores revisados reportan un calentamiento significativo, que se cuantifica en un aumento promedio de la temperatura atmosférica de 0,9 – 1,3° C durante el siglo XX, lo que lleva a Rabatel y colegas a concluir:

"Podemos asumir que una frecuencia más alta y cambios espacio-temporales en la ocurrencia de El Niño desde finales de los 70, conjuntamente con una troposfera en proceso de calentamiento por encima de los Andes, explican una gran parte del retroceso dramático reciente de los glaciares de esta parte del mundo".

Para el futuro de los glaciares los investigadores se apoyan en los resultados de diferentes modelamientos climáticos. Bradley *et al.* (2006) por ejemplo han mostrado que siguiendo el escenario de emisiones A2 del IPCC, la temperatura del aire en los Andes tropicales en altitudes por encima de los 4.000 m.s.n.m. aumentará en 4 a 5° C hacia finales del siglo XXI (comparado con 1990-1999). - Cabe notar, que la trayectoria de emisiones actuales del mundo está por encima del escenario A2 y si fuera continuado, llevaría a un aumento de temperatura considerablemente más alto.

Por otra parte, análisis de sensibilidad del glaciar Zongo en el Huayna Potosí han mostrado que un aumento de 1° C de la temperatura tiene por consecuencia el aumento de la línea de equilibrio del glaciar (ELA) en alrededor de 150 m. Sumando las dos modelaciones, tendríamos un aumento de la ELA entre 480 y 900 m sobre el valor actual (de aproximadamente 5.150 m.s.n.m. para el glaciar Zongo). "Si extrapolaríamos este cálculo a otros glaciares de la Cordillera Real, una tal elevación de la ELA causaría la desaparición de la mayoría de los glaciares de este macizo", concluyen los autores.

Esta suerte ya está echada para los pequeños glaciares de bajas altitudes: "Se puede acertar que glaciares con una elevación máxima por debajo de los 5.400 m.s.n.m. se encuentran en total desbalance y (...) mucho de ellos muy probablemente desaparecerán por completo en una o dos décadas".

Las conclusiones generales de los autores se resumen en dos puntos principales para el actual debate sobre los impactos del cambio climático:

- "Glaciares en los Andes tropicales han retrocedido a una tasa acelerada desde finales de los años 70. La tasa de retroceso actual parece sin precedentes desde el máximo de la Pequeña Edad de Hielo, es decir desde la segunda parte del siglo XVII y el comienzo del siglo XVIII".
- "Asumimos que el calentamiento atmosférico es el factor principal para explicar el actual retroceso glaciar".

La versión pdf del artículo puede ser descargada aquí: [Rabatel et. al. 2012](#)