



ANEXO 01

1. Título del contenido

Evolución y estado actual de los glaciares colombianos. Se aproxima la extinción del primer glaciar nacional en el siglo XXI

2. Autor(es) y/o colaboradores del contenido

Nombres y apellidos completos	Instituto al que pertenece	Autor o colaborador	Correo electrónico
Jorge Luis Ceballos Liévano	Ideam	Autor	jceballos@ideam.gov.co
Saida Martínez Serrano	Ideam	Autor	Symartinezs@ideam.gov.co
Andrés Felipe Cruz Mendoza	Ideam	Autor	afcruz@ideam.gov.co
Lina Cristina Zuluaga Cárdenas	Ideam	Autor	Lzuluaga@ideam.gov.co

3. Agradecimientos

Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por su sigla en inglés)

Aguas y Aguas de Pereira

Alcaldía Municipal de Güicán de la Sierra

Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdeguias)

Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán (Asguinturg)

Chemonics International Inc. Colombia

Departamento Administrativo Nacional de Estadística -DANE

Guías de montaña de El Cocuy y Güicán de la Sierra

Guías de montaña de Manizales

Heidi Sevestre. Glacióloga, Francia.

Parque Nacional Natural El Cocuy



Parque Nacional Natural Los Nevados

Pueblo indígena U'WA

Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima

Unión Temporal Operación Nevados (UTON)

Universidad Tecnológica de Pereira -UTP

4. Siglas y acrónimos

%= porcentaje

BM = balance de masa

Km = kilómetro

km² = kilómetro cuadrado

ha = hectáreas

m² = metros cuadrados

mm e.a = milímetros equivalentes de agua

m e.a = metros equivalentes de agua

m s.n.m. = metros sobre nivel del mar

5. Resumen

Desde la década de los años 80, la reducción anual de cobertura glaciar nacional oscila entre 3 a 5% de acuerdo con la ocurrencia de eventos de variabilidad climática como el ENOS. Desde inicios del presente siglo y hasta 2022, se ha reducido el área glaciar de 56,1 a 33,1 km² lo que representa una disminución del 41%. Según la tendencia de reducción del área glaciar, durante la segunda mitad del siglo XXI los glaciares nacionales estarían considerablemente reducidos y algunos extintos. Un caso crítico sucederá con el glaciar Santa Isabel que por sus condiciones locales especialmente su relativa baja altitud, se espera una inminente extinción en el transcurso del próximo lustro. En 2023 los glaciares de la región Andina se vieron impactados por la afectación derivada de la dinámica del ENOS en su fase fría (La Niña) hasta el primer trimestre y cálida (El Niño) durante el segundo semestre.



El indicador ambiental Balance de masa que representa la dinámica de un glaciar como respuesta al clima (ganancias y pérdidas de masa en superficie) Cogley (2011) y que es calculado para dos glaciares diferentes: Sector Conejeras en el Nevado Santa Isabel (NSI) y Sector de Ritacuba Blanco en la Sierra Nevada El Cocuy y Güicán (SNCG) los cuales revelan diferencias significativas de acuerdo con sus propias condiciones físicas, locales y regionales (altitud, tamaño y clima local). Ambos resultaron negativos en 2023: -5041 milímetros equivalentes de agua (mm e.a) para el primer caso y -964 mm e.a para el segundo, como efecto de las condiciones imperantes de “El Niño” de fin de año.

6. Desarrollo del contenido principal

Los seis actuales glaciares colombianos son pequeños frente al inventario de los glaciares de la cordillera de los Andes, sin embargo, por su ubicación latitudinal, son especiales como indicadores de los cambios en la baja atmósfera (Troposfera). Esas seis masas glaciares, con su límite inferior, alrededor de los 4800 m s.n.m., están fragmentadas y con cumbres que localmente superan en las cordilleras un poco más de los 5300 m s.n.m. y 5700 m s.n.m. en el sistema orográfico independiente Sierra Nevada de Santa Marta.

En este contexto orográfico, los glaciares colombianos pueden ser clasificados como glaciares de montaña (Rau, 2005), sin embargo, por su ubicación latitudinal entre los Trópicos de Cáncer ($\pm 30^\circ$ Norte) y Capricornio ($\pm 30^\circ$ Sur) se clasifican como Glaciares Tropicales que para los Andes son los glaciares de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia y en general el 99% de este tipo de glaciares tropicales están en esta cordillera. Sin embargo y siguiendo esta característica de ubicación latitudinal, los glaciares de Colombia, Ecuador y el último glaciar de Venezuela (Corona, en el pico Humboldt) por estar cerca de la línea ecuatorial (Latitud 0°), están en una clasificación muy particular en el planeta: Glaciares Ecuatoriales (Ideam, 2012). En tal caso, los Andes poseen el 98% de estos glaciares (53% Ecuador, 45% Colombia), el 2% restante al Este de África (Kenia, Tanzania y Uganda) y en Indonesia.

El dato más reciente del área glaciar colombiana es del año 2022. Para inicios de ese año, el área glaciar nacional fue de $33,09 \pm 0,63 \text{ km}^2$ (Ideam, 2022), que, al ser comparada con el área a principios del 2021 ($34,20 \pm 0,67 \text{ km}^2$) Ideam (2021), manifiesta una reducción de aproximadamente $1,11 \text{ km}^2$ (3,2 %). El ritmo de decrecimiento de la cobertura glaciar colombiana sigue constante desde hace varias décadas de 3 a 5 % por año. La Tabla 1 muestra el registro histórico del área glaciar nacional desde mediados del siglo XIX hasta 2022 evidenciándose una reducción en las seis masas nevadas actuales de más del 90.5 %.

Tabla 1. Evolución del área glaciar en Colombia desde mediados del siglo XIX hasta 2022

Cambio del área glaciar en Colombia (Km ²)
--

Periodo	Sierra Nevada de Santa Marta (Chundua) Área (Km²)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma) Área (Km²)	Volcán Nevado del Ruiz (Kumanday) Área (Km²)	Volcán Nevado Santa Isabel (Poleka Kasue) Área (Km²)	Volcán Nevado del Tolima (Dulima) Área (Km²)	Volcán Nevado del Huila (Wila) Área (Km²)	Total Colombia Área (Km²)
±1850	81.6	148.7	47.5	27.8	8.6	33.7	349
50,s	20.4	38.9	21.0	9.40	2.70	17.5	109
80's	16.1	35.7	18.7	6.40	1.60	15.4	91
90's	12.2	23.7	14.1	5.30	1.18	13.9	67.81
2010	8.17	16.54	10.3	1.91	0.76	9.70	47.2
2016	7.10	14.46	9.26	1.00	0.64	8.01	39.54
2017	6.55	13.94	8.88	0.65	0.61	7.63	36.65
2019	6.23	13.67	8.39	0.52	0.56	7.21	36.57
2020	5.83	13.38	8.14	0.45	0.53	6.86	35.19
2021	5.57	13.17	7.96	0.35	0.51	6.64	34.20
2022	5.30	12.83	7.68	0.29	0.49	6.50	33.09

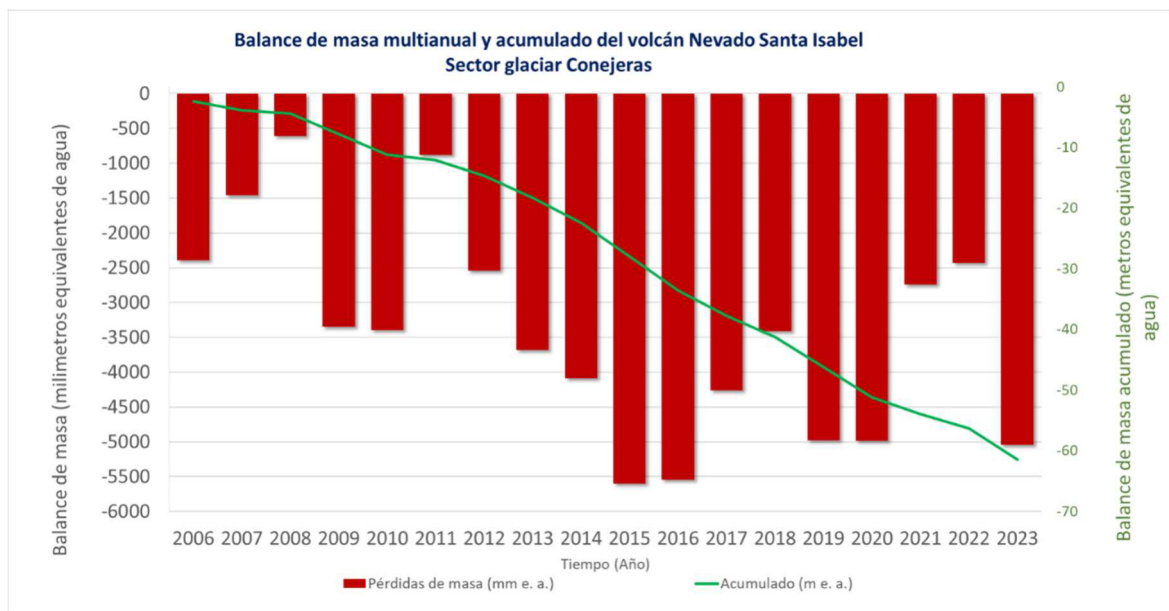
2023 se destacó por tres situaciones particulares:

- 1) Fin del fenómeno climático “La Niña” en el primer trimestre de ese año y el inicio de “El Niño” en el segundo semestre, eventos de variabilidad climática que impactaron el comportamiento de los glaciares.
- 2) El glaciar de referencia nacional e internacional, Conejeras, perteneciente al glaciar Santa Isabel, incrementó alarmantemente su derretimiento y se extinguió entre enero y febrero de 2024.
- 3) El volcán nevado del Ruiz, localizado 3 km al norte del glaciar Santa Isabel, incrementó su actividad volcánica lo que generó una suspensión del monitoreo glaciar por casi cinco meses.

Para entender la dinámica de un glaciar, se estima, con base en datos de campo, un balance de masa, indicador ambiental que explica el comportamiento de un glaciar y su relación con el clima. Se calcula en muchos glaciares del planeta para conocer el ritmo e intensidad del cambio climático.

El balance de masa del glaciar Santa Isabel, sector Conejeras, durante el periodo del 27 de febrero de 2023 al 3 de febrero de 2024 (341 días) fue de -5041 mm e.a. superando ampliamente el registrado en el periodo anterior de -2434 mm e.a. (18/02/2022 a 26/02/2023, 373 días). Se atribuye este acelerado derretimiento en ese periodo a su relativa baja altitud, reducida área (885 m² diciembre de 2023), poco espesor del hielo, ceniza volcánica en su superficie, temporadas secas sin nieve y al término de 2023 a la influencia de “El Niño”.

Se destaca que, debido al intenso derretimiento del hielo y la ausencia de nieve acumulada, el glaciar Conejeras, que hace parte del sector centro del Nevado Santa Isabel, se extinguió por completo. Después de 18 años consecutivos se finalizaron las mediciones de campo y se considera un hito en el estudio de un glaciar nacional, haber estimado un balance de masa glaciar por el método directo (datos en campo) hasta su extinción. La Gráfica 1 muestra el comportamiento del balance de este sector durante los 18 años de monitoreo continuo. Los resultados obtenidos indican que desde el inicio de las mediciones, el glaciar Conejeras siempre se encontró en desequilibrio con el clima.



Gráfica 1. Balance de masa multianual 2006 a 2023 en el sector conejeras en el NSI
A continuación, cambios observados en años recientes en el sector Conejeras y el sector norte del glaciar Santa Isabel conocido como El Hongo.



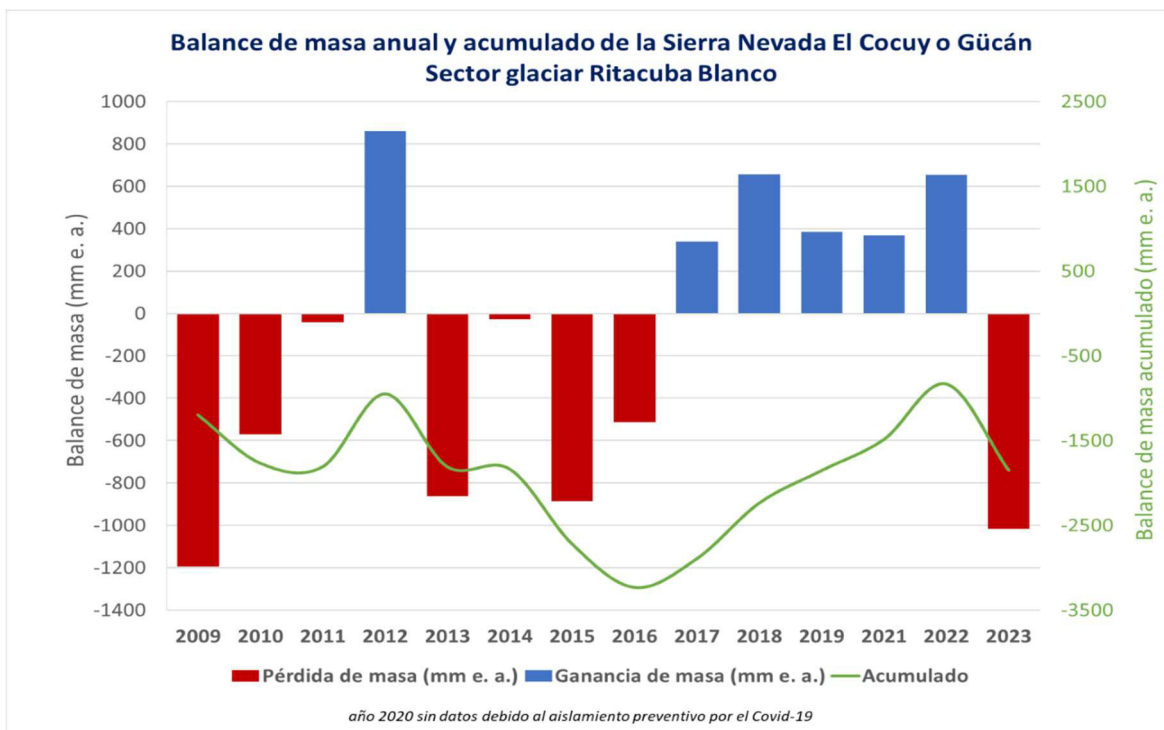
Fotografía 1. Extinción del glaciar Conejeras. 2018 (izquierda) y 2024 (derecha). Autor: J Ceballos



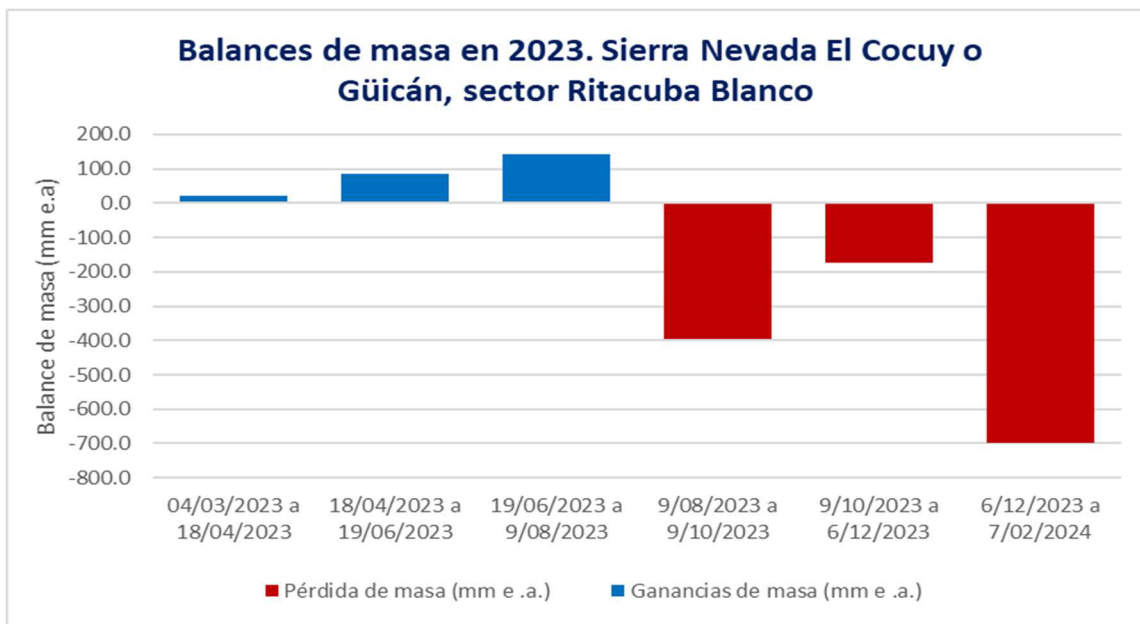
Fotografía 2. Cambios de área en el glaciar El Hongo entre 2017 (izquierda) y 2024 (derecha)

Por otra parte, el balance de masa del Ritacuba Blanco, norte de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán durante el periodo del 4 de marzo de 2023 al 7 de febrero de 2024 fue de -964 mm e.a. cambiando drásticamente al registrado en el periodo anterior de $+654$ mm e.a. (23/02/2022 a 04/03/2023). Desde 2016 y por seis años consecutivos este glaciar presentó un balance de masa positivo (ganancias) atribuidos a condiciones climáticas locales favorables como precipitaciones sólidas relativamente constantes y un fenómeno climático extremo de variabilidad climática como lo fue “La Niña” 2021-2022 (Gráfica 2).

Posteriormente y desde agosto de 2023, se presentaron condiciones secas y de baja precipitación relacionadas tanto por la temporada seca como por el inicio de condiciones “El Niño” que incrementaron el derretimiento glaciar especialmente en las partes bajas de los glaciares, con temperaturas por encima de lo normal y reducción de las precipitaciones sólidas, condición que perduró hasta abril de 2024. El comportamiento del balance de masa en 2023 se muestra en la gráfica 3.



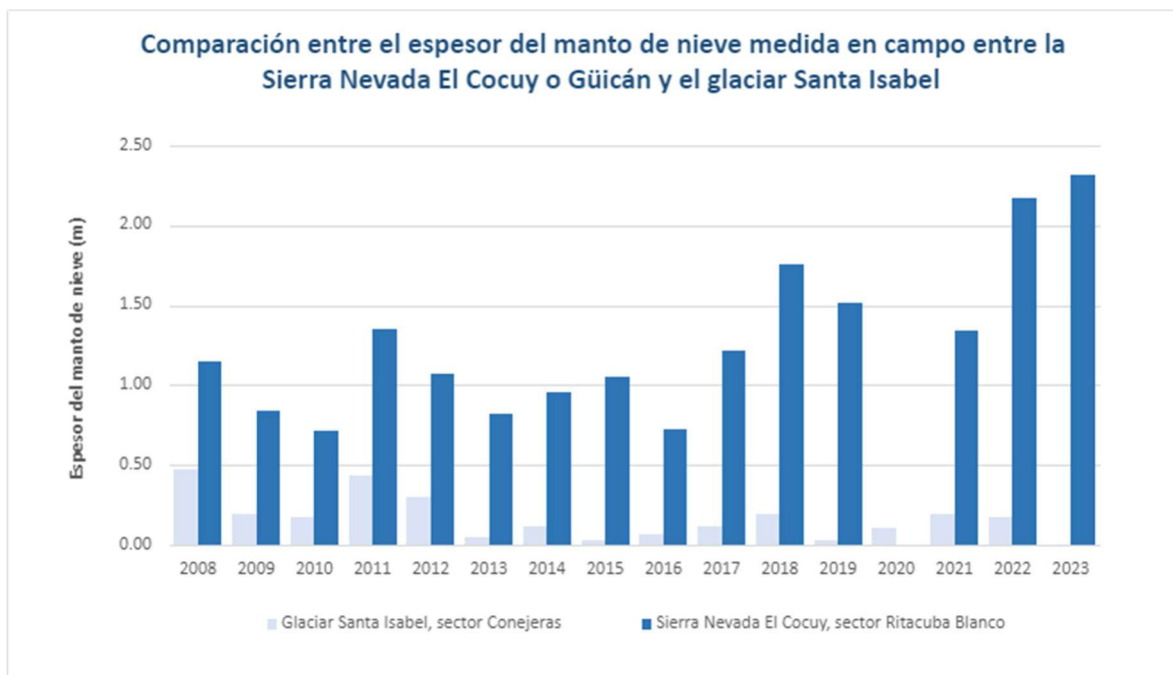
Gráfica 2. Balance de masa anual desde 2009 a 2023 en el sector del Ritacuba Blanco en la SNCG



Grafica 2. Balance de masa en el año 2023 en el glaciar del Ritacuba Blanco en la SNCG

La precipitación de nieve en los dos glaciares donde el Ideam realiza registros de campo fue disímil: en el glaciar Santa Isabel ocurrieron ocasionales nevadas de pocos centímetros de espesor que se fundieron horas o pocos días después de ocurridas; de acuerdo con mediciones de campo, el promedio de nieve allí fue de cero centímetros. Por el contrario, en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán el promedio de nieve acumulada durante “La Niña” 2021-2022 fue de 2,30 metros que se mantuvo durante el primer semestre de 2023, pero se fundió paulatinamente a medida que las condiciones secas imperaban a finales del año. En el primer semestre de 2023, se reflejó en los glaciares el fin del fenómeno “La Niña” que los venía impactando desde 2021.

La Gráfica 4 presenta los datos históricos de espesor de nieve anual medida en las campañas de campo en cada sitio de monitoreo glacia del Ideam.



Gráfica 4. Comparación de acumulación de nieve medida en campo entre el sector conejeras en el NSI y Sector Ritacuba Blanco en la SNCG desde el 2008 al 2023



7. Referencias bibliográficas

Cogley, G., Hock, R., Rasmussen, A., Arendt, A., Bauder, A., Braithwaite, R., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L. y Zemp, M. 2011. Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, COGLEY ET.AL. -IHP. Paris

Ideam. 2012 Glaciares de Colombia: más que montañas con hielo. Ideam. Bogotá D.C. 344 p.

Ideam. 2021 Informe del estado de los glaciares colombianos 2021. Ideam. 42 pp.

Ideam. 2023. Informe del estado de los glaciares colombianos 2022. Ideam.

Rau, Frank & Mauz, F. & Vogt, Steffen & Khalsa, Siri Jodha & Raup, Bruce. 2005. Illustrated GLIMS Glacier Classification Manual - Glacier Classification Guidance for the GLIMS Glacier Inventory.