

INFORME DEL ESTADO DE LOS GLACIARES COLOMBIANOS

2024

© Juan Perdomo (2024).



GUSTAVO FRANCISCO PETRO URREGO
Presidente de la República de Colombia

FRANCIA ELENA MÁRQUEZ MINA
Vicepresidenta de Colombia

IRENE VÉLEZ TORRES (E)
Ministra de Ambiente y Desarrollo Sostenible

LUZ DARY CARMONA
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio

EDITH MAGNOLIA BASTIDAS
Viceministro de Políticas y Normalización Ambiental

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora General
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales – Ideam

Consejo Directivo

LUZ DARY CARMONA
Viceministra de Ordenamiento Ambiental del Territorio

PAOLA RICAURTE AYALA
Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Departamento Nacional de Planeación (DNP)

ELKIN ERNESTO RAMÍREZ NIÑO
Director técnico de la Dirección Técnica Geoestadística - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

ANDRÉS VÁSQUEZ LUNA
Director general (E) - Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge (Corpomojana)

LILIANA MARÍA OSPINA ARIAS
Viceministra de Infraestructura (representación de la ministra de Transporte)

Directivas

GHISLIANE ECHEVERRY PRIETO
Directora general

JUAN FERNANDO ACOSTA MIRKOW
Secretario general

ELIZABETH PATIÑO CORREA
Subdirectora de Estudios Ambientales

FABIO ANDRÉS BERNAL QUIROGA
Subdirector de Hidrología

RAYMOND JIMÉNEZ ARTEAGA
Subdirector de Ecosistemas e Información Ambiental

DIANA CAROLINA RUEDA DIMATE
Subdirectora de Meteorología

RODNEY POVEDA FERNÁNDEZ
Jefe de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

OLGA MARCELA VARGAS VALENZUELA
Jefe de Oficina Asesora de Planeación WILMER

ESPITIA MUÑOZ
Jefe de Oficina de Informática

GILBERTO ANTONIO RAMOS SUÁREZ
Jefe de Oficina Asesora Jurídica

ADRIANA MARÍA OCAMPO LOAIZA
Jefe de Oficina de Control Interno

MIGUEL ÁNGEL AYALA TOVAR
Coordinador del Grupo de Comunicaciones y Prensaministra de Transporte)

Producción técnica

Jorge Luis Ceballos Liévano
Andrés Felipe Cruz Mendoza
Saida Martínez Serrano

Autores
Jorge Luis Ceballos Liévano
Andrés Felipe Cruz Mendoza
Saida Martínez Serrano
Lina Cristina Zuluaga Cárdenas

Equipo Editorial

ANDRÉS FELIPE TAPIERO RÍOS
Coordinación editorial

FABIÁN ANDRÉS GULLAVÁN VERA
Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam
Corrección de estilo

NATALIA NORIEGA GÓMEZ
Diseñadora convenio Fonvida
Diseño y diagramación

Cítese como

Ceballos Liévano, J. L., Cruz Mendoza, A. F., Martínez Serrano, S. y Zuluaga Cárdenas, L. C. (2025). Informe del estado de los glaciares colombianos 2024. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ideam.

Distribución gratuita

ISSN: 2806-0261 (En línea)

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales. No comercializable.

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)
Calle 25D 96B-70, Bogotá, D. C. PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@ideam.gov.co
Bogotá, D.C., diciembre de 2025.



© Cristhian Yesid Varón (2025).

INFORME DEL ESTADO DE LOS **GLACIARES** **COLOMBIANOS**

2024

Lista de figuras

Figura 1. Distribución y área glaciar de Colombia en 2024.

Figura 2. Evolución del área glaciar en Colombia entre 1954 y 2024.

Figura 3. Cambios en el Nevado Santa Isabel entre 2022 y 2024.

Figura 4. Evolución fotográfica de la división del glaciar El Hongo en Nevado Santa Isabel durante 2024.

Figura 5. Cambios en el glaciar de Laguna Verde entre febrero de 2023 y julio de 2024.

Figura 6. Cambios en el glaciar El Cuadrado entre 2020 y 2024.

Figura 7. Evolución del área glaciar del Nevado Santa Isabel desde mediados del siglo XIX a 2024.

Figura 8. Cambios en la superficie de los glaciares Shimmer y Combeima entre 2022 y 2025.

Figura 9. Cambios en la cobertura de nieve en la superficie del Nevado del Tolima entre 2022 y 2024.

Figura 10. Cambios del Volcán Nevado del Tolima entre 2022 y 2024.

Figura 11. Cambios en el sector Norte del Nevado del Tolima.

Figura 12. Evolución del área glaciar del Nevado del Tolima, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 13. Cambios en el Nevado del Ruiz entre 2022 y 2024.

Figura 14. Evolución del área glaciar del Nevado del Tolima, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 15. Cambios Nevado del Huila entre 2022 y 2024.

Figura 16. Sector Occidental del Nevado del Huila y toponimia de algunos glaciares y cumbres.

Figura 17. Sector oriental del Nevado del Huila y toponimia de algunos glaciares y cumbres.

Figura 18. Cambios Nevado del Huila.

Figura 19. Evolución del área glaciar del Nevado del Huila, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 20. Sector Occidental, Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 21. Glaciar pico Ojeda.

Figura 22. Glaciar pico Wilches.

Figura 23. Sector oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 24. Glaciar pico Ojeda.

Figura 25. Glaciar Pico Tulio Ospina.

Figura 26. Glaciar El Guardián.

Figura 27. Glaciar El Guardián.

Figura 28. Evolución laguna proglaciar pico La Reina entre 2009 y 2024.

Figura 29. Evolución del área glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 30. Sector norte, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 31. Cambios en el glaciar del Pico Güicán entre 2022 y 2024.

Figura 32. Cambios en el Pico Güicán.

Figura 33. Cambios en el glaciar Ritacuba blanco entre 2022 y 2024.

Figura 34. Cambios en el glaciar Ritacuba Blanco entre 3 de marzo y 31 de diciembre de 2024.

Figura 35. Columna de ceniza en dirección a los glaciares del sector norte. Imagen satelital PlanetScope 23 de febrero de 2024.

Figura 36. Cambios en el glaciar del pico La Aguja y Picos Sin Nombre.

Figura 37. Sector centro, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 38. Evolución del área glaciar del Pico Blanco.

Figura 39. Cambios en el glaciar del pico El castillo.

Figura 40. Evolución del área glaciar del Pico U’wa.

Figura 41. Sector sur, Sierra Nevada del Cocuy o Güicán.

Figura 42. Glaciar Cerros de la Plaza.

Figura 43. Seguimiento fotográfico del glaciar Campanillas Blanco desde 1988 hasta su extinción a finales de junio de 2024.

Figura 44. Cambios en el glaciar Pan de Azúcar entre 2022 y 2024.

Figura 45. Adelgazamiento del hielo en la parte media del glaciar Pan de Azúcar.

Figura 46. Evolución del área glaciar de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán desde mediados del siglo XIX a 2024.

Figura 47. Dinámica de la Línea de Equilibrio Altitudinal.

Figura 48. Regiones del ENOS.

Figura 49. Cronología fenómeno El Niño 2023-2024.

Figura 50. Balance de masa anual, glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.

Figura 51. Índice Oceánico (ONI) y balance de masa intraanual histórico del glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.

Figura 52. Índice Oceánico (ONI) y Línea de equilibrio altitudinal (ELA), glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.

Figura 53. Balance de masa anual, glaciar Ritacuba blanco Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 54. Cambios en la superficie del glaciar en la ubicación de la baliza 1, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 55. Cambios en la superficie del glaciar en la ubicación de la baliza 9, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 56. Balance de masa intraanual y valores ONI, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Lista de fotografías

Figura 57. Promedio de acumulación de nieve medida en cada campaña de campo, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 58. Compactación de la nieve en la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán.

Figura 59. Índice Oceánico (ONI) y Línea de equilibrio altitudinal (ELA), glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Figura 60. Balance de masa anual, glaciar Shimmer, Nevado del Tolima.

Figura 61. Balance de masa intraanual, glaciar Shimmer, Nevado del Tolima.

Figura 62. Vista frontal instalación de baliza de ablación.

Figura 63. Perforación e instalación de baliza.

Figura 64. Redes de baliza en los glaciares de Colombia. De izquierda a derecha: Glaciar Conejeras y Ritacuba Blanco.

Figura 65. De izquierda a derecha. Medición de emergencia, medición acumulación nieve y estimación de densidad de la nieve.

Figura 66. Cambio en el espesor de hielo.

Figura 67. Cambios en la acumulación de nieve.

Figura 68. Interpretación de imágenes satelitales.

Figura 69. Sobrevuelo con dron en el nevado Santa Isabel año 2018.

Figura 70. Foto mosaico y modelo digital de superficie del borde inferior del glaciar Conejeras. 2018.

Figura 71. Perfil de superficie y espesor de hielo.

Figura 72. Geomorfología glaciar del valle de Cardenillo en Ritacuba Negro.

Figura 73. Perspectiva ideal Nevado del Tolima, Sector norte.

Figura 74. Perspectiva ideal Nevado del Tolima sector sur.

Figura 75. Perspectiva ideal de Poleka-Kasué, sector occidental.

Figura 76. Perspectiva ideal de Poleka-Kasué, sector oriental.

Figura 77. Picos Central y Este de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Figura 78. Confederación Indígena Tayrona.

Figura 79. Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares.

Figura 80. Unión Temporal Operación Nevados.

Fotografía 1. Ritacuba Blanco, sector oriental. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

Fotografía 2. Nevado del Tolima.

Fotografía 3. Nevado del Huila, desde el sector sur.

Fotografía 4. Glaciares de los picos Blanco (izquierda), El Castillo (centro) y Antonio (derecha).

Fotografía 5. Cráter Nevado del Tolima.

Fotografía 6. Nevado Santa Isabel.

Fotografía 7. Ultimo relicto del glaciar Conejeras.

Fotografía 8. Nevado del Tolima.

Fotografía 9. Panorámica Nevado del Ruiz.

Fotografía 10. Nevado del Huila visto desde el volcán Puracé

Fotografía 11. Sierra Nevada de Santa Marta.

Fotografía 12. Laguna Proglaciar pico La Reina, Sierra Nevada Santa Marta.

Fotografía 13. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. Vista Norte a Sur desde el costado Oriental.

Fotografía 14. Glaciares de los picos Blanco y Castillo. Blanco (izquierda), Castillo (centro) y Antonio (derecha).

Fotografía 15. Glaciar Cerros de la Plaza.

Fotografía 16. Nevado del Huila.

Fotografía 17. Glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.

Fotografía 18. Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Guicán.

Fotografía 19. Glaciar Shimmer Nevado del Tolima.

Fotografía 20. Equipo interdisciplinario.

Fotografía 21. Nevado del Tolima.

Fotografía 22. Nevado del Tolima.

Fotografía 23. Medición de acumulación de nieve en campo.

Fotografía 24. EMMA, El Hongo.

Fotografía 25. Cámara de fotoseguimiento del glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.

Fotografía 26. Sobrevuelo con dron en el nevado Santa Isabel año 2018.

Fotografía 27. Glaciar Oriental del pico Pan de Azúcar.

Fotografía 28. Paramillo de Santa Rosa.

Fotografía 29. Indígena observando el pico La Reina en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Fotografía 30. Confederación Indígena Tayrona (2025).

Fotografía 31. Confederación Indígena Tayrona (2025).

Fotografía 32. Margarita Moreno.

Fotografía 33. Laguna proglaciar pico La Reina, Sierra Nevada de Santa Marta.

Fotografía 34. Extinto Nevado Cumbal.

Lista de Tablas

Tabla 1. Cambios de área glaciар en los seis actuales glaciares de Colombia.

Tabla 2. Evolución de área de los seis actuales glaciares de Colombia desde mediados del siglo XIX.

Tabla 3. Área de los glaciares del nevado Santa Isabel entre 2022 y 2024.

Tabla 4. Balance de masa de Colombia vs glaciares tropicales.

Tabla 5. Insumos para el cálculo de área glaciар 2024.

Tabla 6. Insumos usados para el cálculo de área 2024 por rango altitudinal.

Contenido

	Agradecimientos	<u>19</u>
	Presentación	<u>21</u>
	Introducción	<u>22</u>
1.	Indicador Ambiental Área y Cambio de Cobertura Glaciar	<u>24</u>
	1.1 Nevado Santa Isabel (Poleka Ká-sue)	<u>32</u>
	1.2 Nevado del Tolima (Dulima)	<u>40</u>
	1.3 Nevado del Ruiz (Kumanday)	<u>46</u>
	1.4 Nevado del Huila (Wila)	<u>50</u>
	1.5 Sierra Nevada de Santa Marta (Gonawindúa)	<u>56</u>
	1.5.1 Sector occidental	<u>57</u>
	1.5.2 Sector oriental	<u>60</u>
	1.6 Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma)	<u>68</u>
	1.6.1 Sector norte	<u>69</u>
	1.6.2 Sector centro	<u>75</u>
	1.6.3 Sector sur	<u>79</u>
2.	El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar y el impacto del ENOS 2023-2024	<u>88</u>
	2.1 Glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel	<u>94</u>
	2.2 Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	<u>100</u>
	2.3 Glaciar Shimmer, Nevado del Tolima	<u>108</u>
	2.4 Análisis del balance de masa de los glaciares colombianos vs. glaciares tropicales del mundo	<u>112</u>
3.	¿Cómo se monitorean los glaciares en Colombia?	<u>116</u>
	3.1 Balance de masa por método directo: ir a campo y recorrer el glaciar tomando datos	<u>117</u>
	3.2 Área y cambio de cobertura glaciar	<u>126</u>
	3.2.1 ¿Que son las imágenes satelitales?	<u>127</u>
	3.2.2 Interpretación de las imágenes satelitales	<u>127</u>
	3.3 Cámaras de fotoseguimiento	<u>130</u>
	3.4 Fotogrametría	<u>132</u>
4.	Otras investigaciones glaciológicas en Colombia	<u>136</u>
	4.1 Reconstrucción de superficies paleo glaciares en el volcán Paramillo de Santa Rosa aplicando tecnologías de información geográfica	<u>138</u>
	4.2 Implicaciones paleoclimáticas de las fluctuaciones glaciares en la Sierra Nevada del Cocuy, Andes del norte, Colombia, durante el Tardío Glacial y el Holoceno	<u>142</u>
	4.3 Cuerpos Glaciares	<u>146</u>
	4.4 Cartografía histórica de la alta montaña en la Sierra Nevada de Santa Marta, reflexiones geográficas y paleoclimáticas	<u>150</u>
5.	Percepciones sociales de los glaciares en Colombia	<u>153</u>
	5.1 Confederación Indígena Tayrona	<u>155</u>
	5.1.1 El corazón del mundo como cuerpo-territorio: un equilibrio entre los glaciares, el mar y el desierto	<u>156</u>
	5.1.2 Relación de los nevados con el mar	<u>157</u>
	5.1.3 Relación de los glaciares de la Sierra Nevada de Gonawindúa con el desierto de la Guajira	<u>157</u>
	5.1.4 Un compromiso como humanidad por la vida	<u>157</u>
	5.2 Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (Universidad de Zúrich, Suiza)	<u>158</u>

5.

5.2.1 Rastreando la desaparición del hielo

158

5.3 Margarita Moreno - Primera colombiana en escalar las 7 cumbres

160

5.4 Unión Temporal Operación Nevados - actor turístico del Parque Nacional Natural Los Nevados

161

6.

Conclusiones

163

Referencias

165

Enlaces de interés

172

Insumos para el cálculo del área glaciár en el 2024

173



Fotografía 1. Ritacuba Blanco, sector oriental. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.
© Juan Perdomo (2024).



Fotografía 2. Nevado del Tolima.
© Cristhian Yesid Varón, (2025).

Agradecimientos

El Ideam agradece a las siguientes personas y entidades por su apoyo en 2024 en los trabajos de campo, fotografías e información:

Adriana Liberato. Habitante de la finca La Primavera, páramo de Romerales, Ibagué.

Alejandro Herrera. Interprete ambiental, Parque Nacional Natural El Cocuy.

Ana Lorena Flórez. Interprete ambiental, Parque Nacional Natural El Cocuy.

Andrés Martínez. Guía de montaña Parque Nacional Natural Los Nevados.

Ángela Cuellar. Montañista, Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima.

Asociación Caldense de Guías de Turismo (Asdegúías).

Asociación de Guías e Intérpretes de Turismo Güicán de la Sierra (Asguinturg).

Confederación Indígena Tayrona (CIT).

Cristian Alarcón. Montañista, fotógrafo y guía de montaña.

Diana Díaz. (Güicán de la Sierra) Interprete ambiental, Parque Nacional Natural El Cocuy.

Diego Patiño. (Güicán de la Sierra) Interprete ambiental, Parque Nacional Natural El Cocuy.

Floralba Rosas Páez. Montañista de Ibagué, Tolima.

German Liberato. Arriero y guía de montaña Parque Nacional Natural Los Nevados.

Grupo de Automatización, Subdirección de Hidrología, Ideam.

Juan Camilo Otálvaro, Montañista y fotógrafo.

Juan Sebastián Barbosa. Ingeniero Geólogo.

Jonny Ruiz, Guía de montaña (El Cocuy).

Jordan N. Herbert y otros. Autores del artículo científico.

Katherine Parra, Montañista, Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima.

Lucía Merchán. Guía de montaña y concejala de El Cocuy.

Margarita Moreno. Montañista colombiana.

Natalia Castañeda Arbeláez. Artista colombiana.

Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales.

Oficina del Servicio de Pronósticos y Alertas del Ideam.

Paula Ángel. Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima.

Parque Nacional Natural El Cocuy.

Parque Nacional Natural Los Nevados.

Pueblo indígena U´WA.

Red de Monitoreo Participativo Güicán y El Cocuy.

Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima.

Servicio Geológico Colombiano.

Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (WGMS, por su sigla en inglés).

Unión Temporal Operación Nevados (UTON).

Valentina Giraldo, Bióloga. Red de Monitoreo Participativo Volcán Nevado del Tolima.

Verónica María Velasco Salcedo. Jefe de Área Protegida, Parque Nacional Natural El Cocuy.

Presentación

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), en su misión de estudiar y hacer seguimiento a los ecosistemas de la nación, divulga anualmente, desde 2018, información y análisis sobre este patrimonio ambiental especial de la nación, que forma parte de la criósfera terrestre.

Este séptimo informe presenta datos, estadísticas y análisis actualizados del área glaciar colombiana, estimada mediante imágenes de satélite PlanetScope del primer trimestre de 2024. El Ideam, en su operación estadística Área y Cambio de Cobertura Glaciar, calcula bienalmente el área de los seis nevados actuales del país.

Como de costumbre, se presentan datos del indicador ambiental Balance de masa glaciar para dos glaciares colombianos que forman parte de la red del Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (WGMS, por sus siglas en inglés): Santa Isabel, sector El Hongo, y Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, sector Ritacuba Blanco. Los balances de masa reportados comprenden el ciclo hidrológico desde febrero de 2024 hasta febrero de 2025, lo que abarca aproximadamente el fin de la temporada seca de cada año en la región andina central. Se presenta el segundo balance de masa anual del glaciar Tolima, sector Shimmer, desarrollado en un ejercicio de monitoreo ambiental participativo, en lo que se ha denominado Glaciología Participativa.

Y como ha sido habitual desde el informe de 2018, se reporta el estado crítico del glaciar Santa Isabel y su inminente extinción en el corto plazo.

Como temas novedosos se presentan aspectos técnicos, científicos y sociales, como, por ejemplo, el sistema de monitoreo glaciar del Ideam, como innovación, se publican cuatro investigaciones glaciológicas externas al Ideam, desarrolladas por la academia colombiana y cuatro relatos sobre cómo se perciben e interpretan los glaciares colombianos.

Introducción

El área glaciar colombiana entre enero y marzo de 2024 fue de **30,83 ± 0,48 km²**, que, al ser comparada con el área a principios de 2022 (33,09 ± 0,63 km²), manifiesta una reducción en dos años de la cobertura glaciar nacional de aproximadamente **2,26 km² (6,84 %)**. El ritmo de decrecimiento de la cobertura glaciar colombiana se ha mantenido constante durante varias décadas, situándose entre el 3 y el 5 % por año.

El glaciar que, porcentualmente, más redujo su área fue el Nevado Santa Isabel, con un **44,8 %**, al disminuir de **0,29 km² a 0,16 km²**. En términos de valores absolutos, los glaciares de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán presentaron la mayor reducción, con **0,95 km²**, pasando de **12,83 km² a 11,88 km²**.

El año 2024 se destacó por el fuerte impacto del fenómeno climático extremo El Niño, particularmente durante los primeros cuatro meses del año, afectando con un intenso derretimiento las partes bajas de los glaciares debido a la ausencia de nieve, así como a las elevadas temperaturas ambientales y la radiación solar directa.

También, 2024 sobresalió por la extinción, en marzo, del glaciar Conejeras, que perteneció al glaciar Santa Isabel. Su tamaño era tan reducido que no fue posible continuar con la toma periódica de datos de su superficie, cerrando así un ciclo de 18 años de campañas de monitoreo mensuales, como pocas en el planeta. Este sector del glaciar Santa Isabel formó parte, desde 2009, de los glaciares de referencia del Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (WGMS, por sus siglas en inglés) con el identificador mundial 2.721. Previendo en 2021 esta extinción, se implementó una nueva red de balizas para estimar un nuevo balance glaciológico en el sector conocido como El Hongo o Cumbre Norte, localizado a 1 km al norte del extinto glaciar Conejeras. Este balance se reporta en este informe.

Otros dos pequeños relictos glaciares se extinguieron durante 2024: Campanillas Blanco, en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, que en 2022 contaba con un área de 0,2 ha, y El Cuadrado, en el glaciar Santa Isabel, de 0,7 ha durante 2022.

El indicador ambiental Balance de Masa (BM), que representa cuantitativamente las pérdidas o ganancias de masa de un glaciar, o, dicho

de otra forma, el “estado de salud” de un glaciar, y que refleja, asimismo, el comportamiento climático local y regional, muestra para el sector Ritacuba Blanco en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán pérdidas de **3.569 milímetros equivalentes de agua** (balance negativo). Para el glaciar Santa Isabel, en el sector El Hongo, se registraron pérdidas de **5.638 milímetros equivalentes de agua** (balance negativo), y para el glaciar Tolima, en el sector Shimmer, pérdidas de **4.012 milímetros equivalentes de agua** (balance negativo). Estas pérdidas de masa se atribuyen a las condiciones atmosféricas imperantes del fenómeno El Niño durante el segundo semestre de 2023 y el primer semestre de 2024.

En el ámbito mundial y de acuerdo con información reciente divulgada por el WGMS, continúa la tendencia global de fuerte pérdida de hielo en las últimas décadas. El acumulado promedio de reducción del espesor del hielo de los 60 glaciares de referencia mundial desde 1980 es de más de 25 metros equivalentes de agua (m e.a.). El indicador de balance de masa para esta red de referencia mundial (<https://wgms.ch/>) sigue siendo muy negativo. En el período 2022/2023, el promedio anual del balance de masa fue de -1523 mm e.a. (en el período 2021/2022: -1568 mm e.a. y en 2020/2021: -858 mm e.a.). Ningún glaciar de los 53 de referencia mundial del período 2022/2023 reportó un balance positivo (en el período 2021/2022, solo seis de 60).

Por su parte, la Organización Meteorológica Mundial reporta que:

“los glaciares de los Andes tropicales han perdido, al menos, un 30 % de su superficie desde la década de 1980, y presentan una tendencia negativa en cuanto a su balance de masa de 0,97 metros de equivalente en agua al año durante el período de monitoreo. (1990-2020)”

1.

Indicador Ambiental

Área y Cambio de Cobertura Glaciar

El área glaciar de Colombia continúa en retroceso. Para inicios del año 2024, la superficie glaciar se estimó en **30,83 ± 0,48 km²**, lo que representa una reducción de 2,26 km² respecto a los **33,09 ± 0,63 km²** del año 2022. En tan solo dos años, la superficie glaciar se redujo en un 6,84 %, manteniendo la tasa de retroceso glaciar anual registrada en años anteriores, que oscila entre el 3 % y el 5 % (Ceballos et al., 2024). En la figura 1 y en la tabla 1 se muestra la distribución del área glaciar nacional y los cambios de área en los seis glaciares actuales de Colombia entre 2022 y 2024, respectivamente.

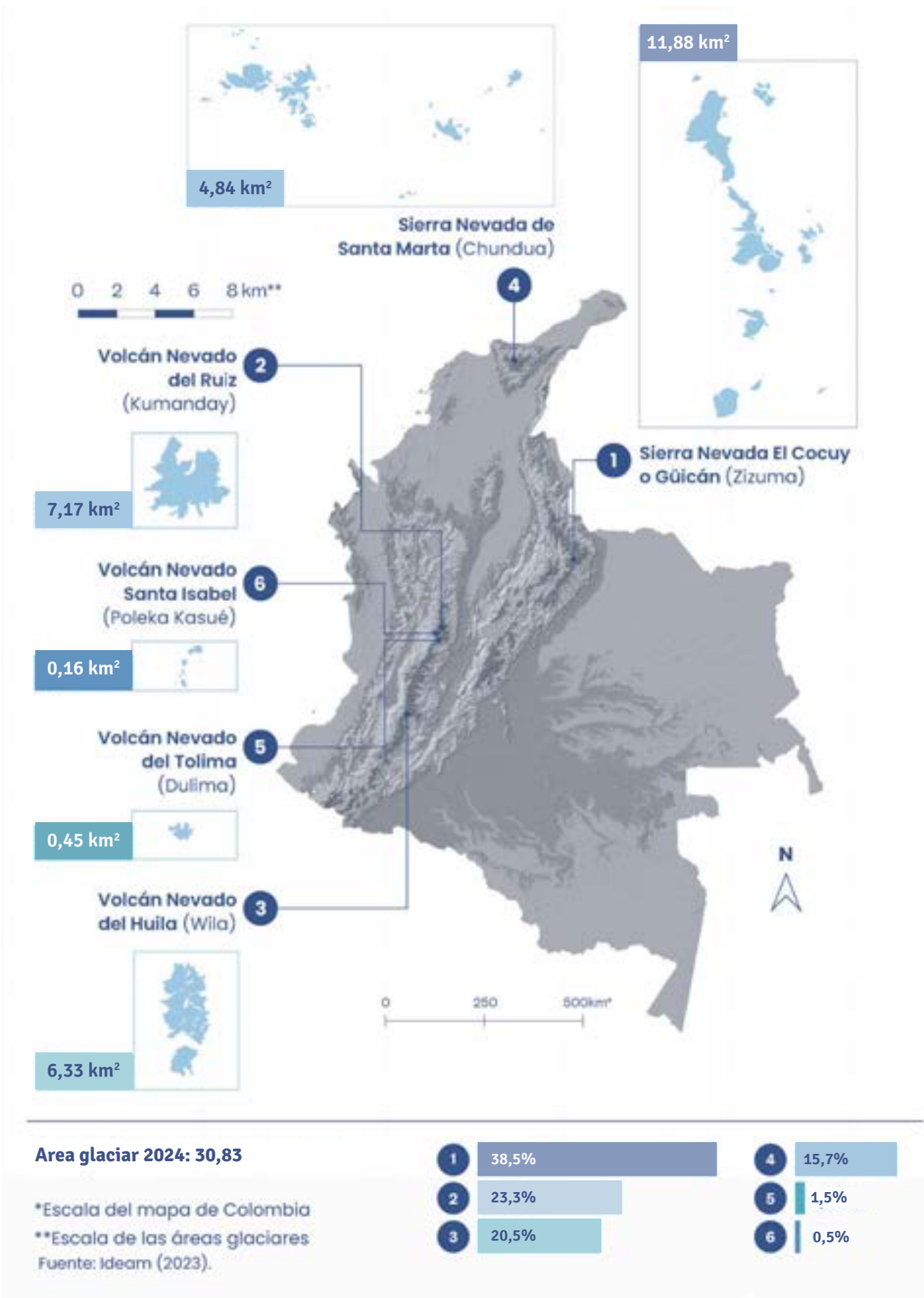
Tabla 1. Cambios de área glaciar en los seis actuales glaciares de Colombia

Glaciar	Área 2022 (km ²)	Área 2024 (km ²)	Reducción entre 2022 y 2024 (km ²)	% de reducción
Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	12,83	11,88	0,95	7,4
Nevado del Ruiz	7,68	7,17	0,51	6,6
Nevado del Huila	6,50	6,33	0,17	2,6
Sierra Nevada de Santa Marta	5,30	4,84	0,46	8,7
Nevado del Tolima	0,49	0,45	0,04	8,2
Nevado Santa Isabel	0,29	0,16	0,13	44,8
Total	33.09	30,83	2,26	6,8

Fuente: Ideam.

Fotografía 4. Glaciares de los picos Blanco (izquierda), El Castillo (centro) y Antonio (derecha).
© Centeno. L, (2024).

Figura 1. Distribución y área glaciár de Colombia en 2024.



Fuente: Ideam

El retroceso en los glaciáres no es un fenómeno reciente; desde mediados del siglo XIX, los glaciáres colombianos han evidenciado un proceso de extinción continua y sostenida, que es un reflejo directo de los ciclos orbitales, las condiciones astronómicas y el impacto del actual cambio climático. En la tabla 2 se presenta la evolución de la superficie glaciár de los seis nevados actuales de Colombia, desde mediados del siglo XIX (la Pequeña Edad de Hielo-PEH) hasta el primer trimestre del año 2024.

De acuerdo con Flórez (2003), la Pequeña Edad de Hielo es el período comprendido entre los años 1600 y mediados del siglo XIX, durante el cual se registró un enfriamiento de la atmósfera terrestre como consecuencia del debilitamiento de los ciclos solares. Estas condiciones favorecieron el avance más reciente y mejor documentado de los glaciáres en Colombia.

¿Por qué decimos seis actuales?

Durante el siglo XX, en el país se extinguieron ocho glaciáres, con una extensión aproximada de 23,7 km² y 214,7 millones de metros cúbicos de hielo (Flórez, 1992).

Tabla 2. Evolución de área de los seis actuales glaciares de Colombia desde mediados del siglo XIX

Año	Nevado Santa Isabel. (km²)	Nevado del Tolima. (km²)	Nevado del Huila. (km²)	Nevado del Ruiz. (km²)	Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. (km²)	Sierra Nevada de Santa Marta. (km²)
Mediados siglo XIX	27,80	8,60	33,70	47,50	148,70	81,59
Años 50	9,40	2,70	17,50	21,00	38,90	20,39
Años 80	6,40	1,60	15,40	17,00	35,70	16,10
Años 90	5,30	1,18	13,30	14,10	23,70	12,21
Años 2000	3,33	1,04	12,95	11,76	19,80	Sin dato
2010	1,91	0,76	9,70	10,33	16,54	8,17
2016	1,00	0,64	8,01	9,26	14,46	7,10
2017	0,65	0,61	7,63	8,88	13,94	6,55
2019	0,52	0,56	7,21	8,39	13,67	6,23
2020	0,45	0,53	6,86	8,14	13,38	5,83
2021	0,35	0,51	6,64	7,96	13,17	5,57
2022	0,29	0,49	6,50	7,68	12,83	5,30
2024	0,16	0,45	6,32	7,17	11,88	4,84
% reducción total	99 %	95 %	81%	85%	92%	94%

Fuente: Ideam.

Los datos muestran una reducción sostenida de la superficie glaciar, con pérdidas que superan el 90 % en la mayoría de los casos.

El Nevado Santa Isabel ha sido el más afectado, pasando de 27,8 km² a tan solo 0,16 km², lo que representa una disminución del 99 % y lo posiciona al borde de la extinción. Se estima que desaparecerá por completo en los próximos tres a cinco años. Esta estimación puede variar (aumentar o disminuir) de acuerdo con fenómenos de variabilidad climática como El Niño o La Niña.

Casos similares se observan en el Nevado del Tolima (95 % de reducción), la Sierra Nevada de Santa Marta (-94 %) y la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán (-92 %), lo que indica que la pérdida glaciar no se limita a una región específica del país, sino que afecta por igual tanto a los glaciares andinos como a los ubicados en la costa Caribe.

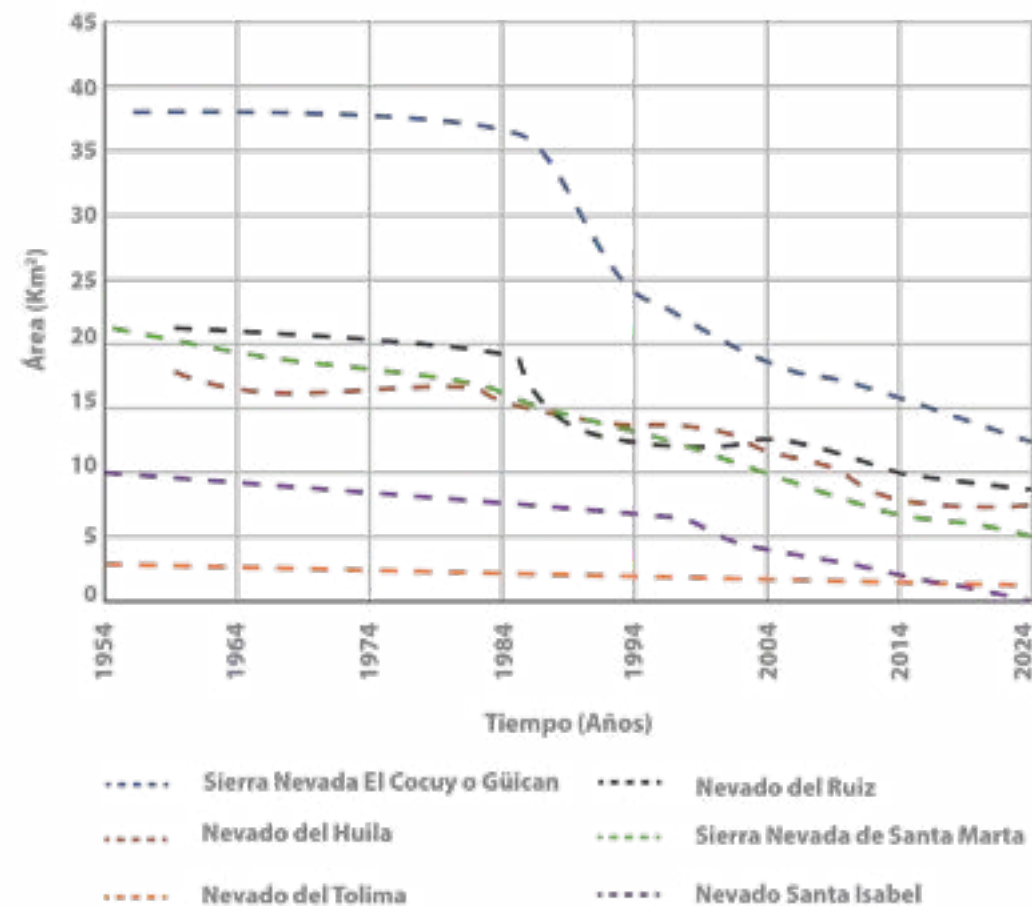
Aunque el Nevado del Huila y el Nevado del Ruiz muestran reducciones ligeramente menores (81 % y 85 %, respectivamente), también presentan una tendencia constante de disminución desde la década de 1950, con una aceleración marcada desde la década de 1980.



¿Erupciones volcánicas han derretido los glaciares en Colombia?

Sí, en 1985, la erupción del Nevado del Ruiz ocasionó la fusión del 10 % del glaciar, lo que provocó un lahar que terminaría siendo conocido como la tragedia de Armero.

Figura 2. Evolución del área glaciár en Colombia entre 1954 y 2024.



Esta tendencia coincide con el aumento sostenido de las temperaturas en los Andes tropicales y la mayor recurrencia de fenómenos como El Niño, que afectan el régimen hídrico y térmico de la alta montaña (Vuille y Bradley, 2000; Vuille et al., 2003; Auer et al., 2007; Mark, 2002; Mark y Seltzer, 2005).

La figura 2 permite identificar tres grandes períodos en la evolución glaciár del país: una tendencia constante de disminución entre mediados del siglo XIX y los años 80, seguida por un incremento en la pérdida de la superficie glaciár entre la década de 1980 y 2010, y finalizando nuevamente con una pérdida constante de entre el 3 % y el 5 % anual.

Podemos afirmar que los glaciares de Colombia, en la actualidad, son pequeñas masas de hielo, relictos casi extintos de glaciares que en el pasado fueron más extensos, anchos y elevados, que coronaron la geografía nacional y son testigos de épocas geológicas en las que las condiciones de temperatura, precipitación y radiación eran diferentes a las actuales.

A continuación, se presenta un análisis individual del cambio de área glaciár entre 2022 y 2024 para cada una de los nevados en Colombia.



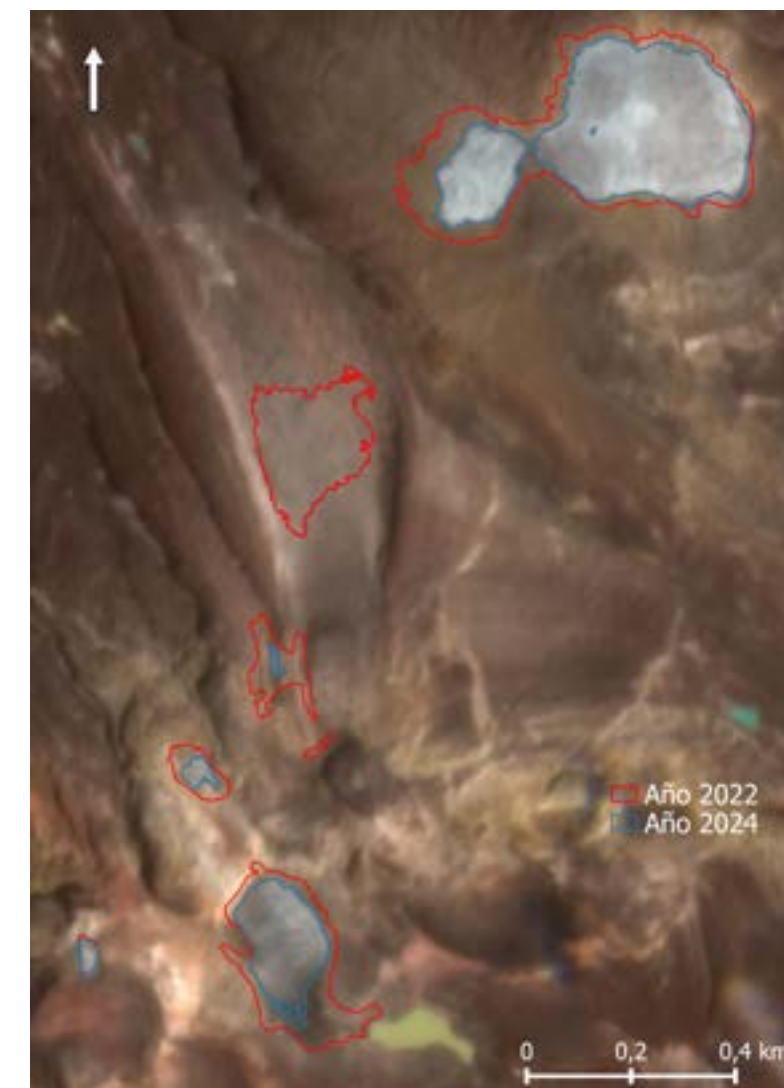
Fotografía 5. Cráter Nevado del Tolima.
© Andrés Gutiérrez, (2025).

1.1 Nevado Santa Isabel (Poleka Ká-sue)

El área glaciar del Nevado Santa Isabel para febrero de 2024 fue estimada en **$0,16 \pm 0,01 \text{ km}^2$** , lo que representa un cambio en la cobertura glaciar de 44,8 % en comparación con los **$0,29 \pm 0,03 \text{ km}^2$** del año 2022. Esta acelerada reducción de la superficie glaciar está influenciada por diversos factores, siendo el principal su baja altitud. Según la cartografía oficial del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), las altitudes máximas no superan los 4.945 m s. n. m.; sin embargo, mediciones recientes del Ideam estiman que la cumbre norte alcanza solo los **4.903 m s. n. m.** Adicionalmente, las escasas precipitaciones de nieve sobre la superficie (Ceballos et al., 2024), junto con líneas de equilibrio altitudinal elevadas (véase capítulo 2, balance de masa del glaciar El Hongo), han contribuido a una alta tasa de pérdida glaciar.

En la figura 3 se puede observar la superficie glaciar del Nevado Santa Isabel entre 2022 y 2024.

Figura 3. Cambios en el Nevado Santa Isabel entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope, 29 febrero de 2024.

Fotografía 6. Nevado Santa Isabel.
© Jorge Luis Ceballos, (2024).

Los principales cambios en la cobertura del Nevado Santa Isabel se evidenciaron en el glaciar Conejeras, que se extinguió en marzo de 2024. La fotografía 7 muestra el último relicto del glaciar, monitoreado el 20 de marzo de 2024. De esta manera, y después de 18 años de monitoreo mensual, el equipo del Ideam, liderado por Jorge Luis Ceballos Liévano, daba cierre a quizás el capítulo más importante de la glaciología colombiana: el fin del balance de masa del glaciar Conejeras.

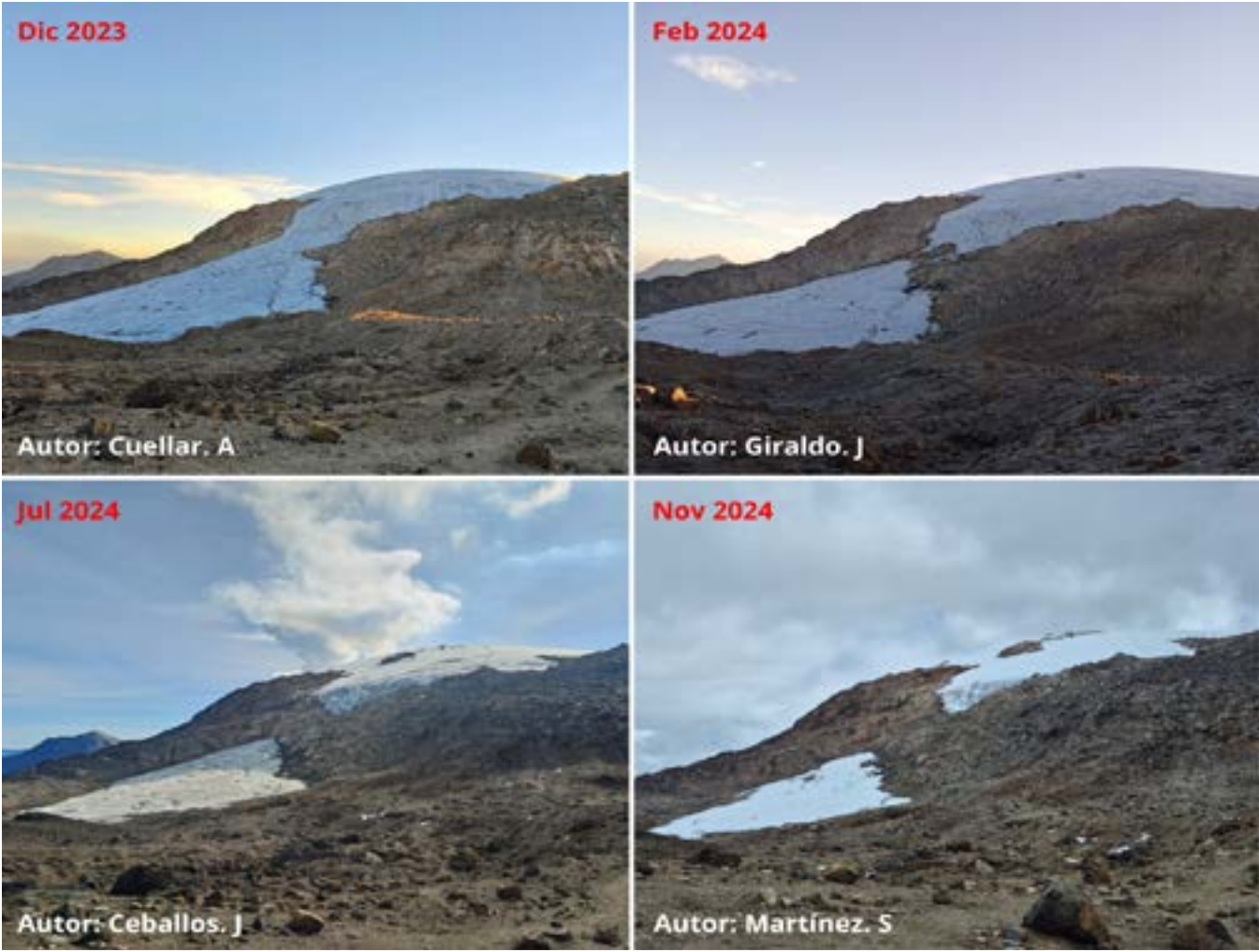
Fotografía 7. Ultimo relicto del glaciar Conejeras.



© Andrés Cruz, (2024).

Entre los cambios más significativos se encuentra la división del glaciar El Hongo durante febrero de 2024, seguida de una notable pérdida de superficie a lo largo del año, como se observa en la figura 4. Estos cambios permiten identificar los impactos del retroceso de los glaciares en las actividades humanas. En este caso, el sector turismo optó por modificar las rutas de acceso a la cima norte antes de exponer a sus turistas a riesgos como los desprendimientos de hielo y las altas pendientes.

Figura 4. Evolución fotográfica de la división del glaciar El Hongo en Nevado Santa Isabel durante 2024.



Fuente: Ideam.

A la fecha del cálculo del área glaciar (29 de febrero de 2024), el Nevado Santa Isabel estaba conformado por cinco pequeños relictos de hielo. En la tabla 3 se observa la toponimia adoptada por el Ideam (2021) y su área entre 2022 y 2024.

Tabla 3. Área de los glaciares del nevado Santa Isabel entre 2022 y 2024.

Glaciar	Área 2022 en ha	Área 2024 en ha
El Hongo	16,4	12,2
Conejeras	16,4	0,1
El Cuadrado	16,4	0,2
El Escondido	16,4	0,2
Laguna Verde	5,4	3,3
Total	29	16

Fuente: Ideam.

El monitoreo mediante cámaras timelapse ha permitido, con mayor frecuencia, conocer la evolución de los glaciares. En las figuras 5 y 6 se observan los recientes cambios en el glaciar de Laguna Verde y en el glaciar El Cuadrado.

Figura 5. Cambios en el glaciar de Laguna Verde entre febrero de 2023 y julio de 2024.



Figura 6. Cambios en el glaciar El Cuadrado entre 2020 y 2024.

Pese a que, en la estimación del área glaciar de 2024, el glaciar El Cuadrado aún contaba con cerca de 0,2 ha, este se extinguió en algún momento del primer semestre de 2024. En la figura 6 se muestra el último registro en marzo de 2024.

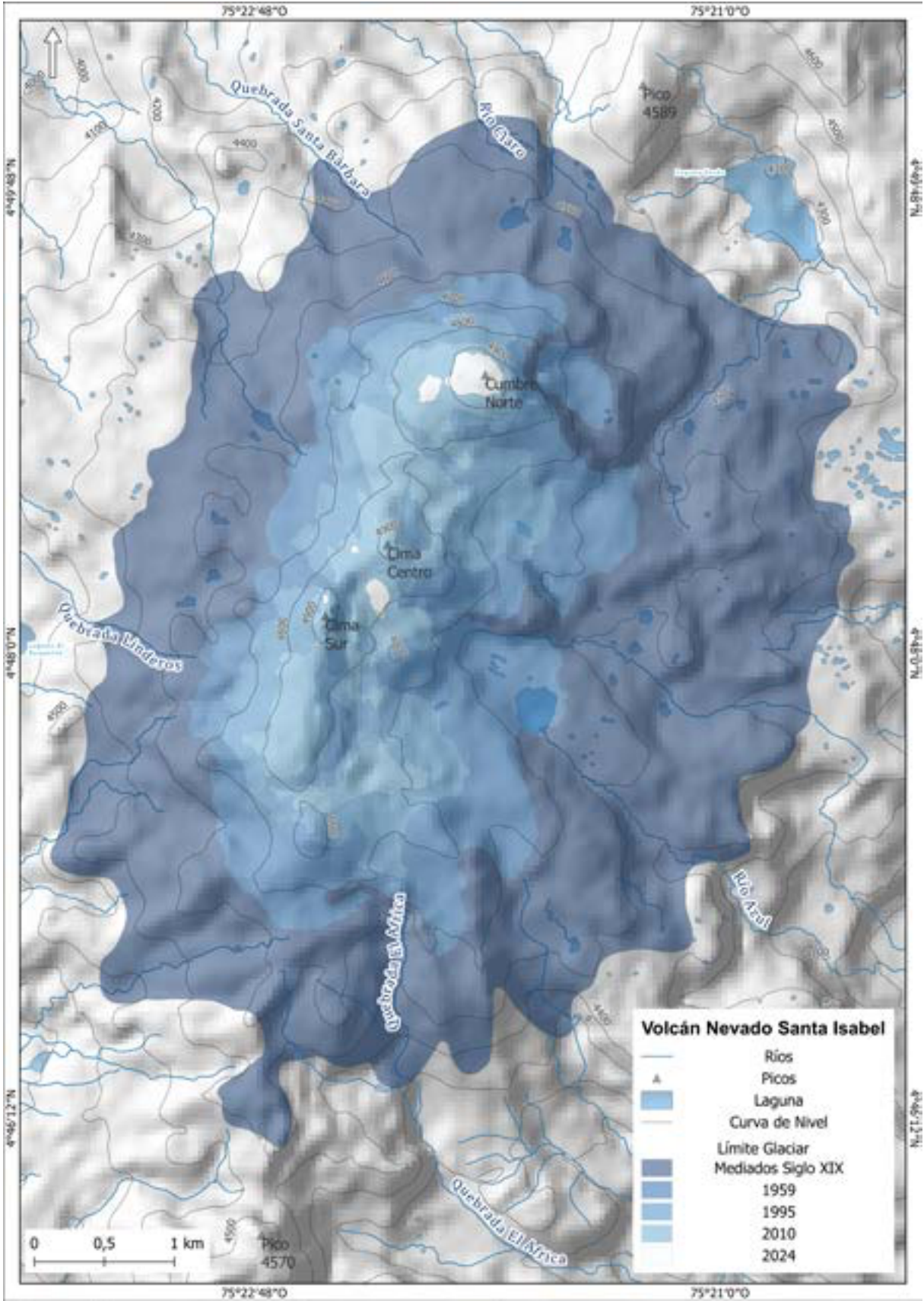


Figura 7. Evolución del área glaciар del Nevado Santa Isabel desde mediados del siglo XIX a 2024.

Se realizó el análisis del cambio de área en rangos altitudinales mediante el Modelo de Elevación Digital (DEM) obtenido el 1 de enero de 2011 a través de la misión SRTM 30 (Shuttle Radar Topography Mission) de la NASA (Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio). Este reveló que el 89,6 % del retroceso entre 2022 y 2024 en el Nevado Santa Isabel ocurrió en las zonas glaciарes inferiores a 4.900 m s. n. m.

El rápido retroceso registrado en el Nevado Santa Isabel proyecta un escenario de extinción durante los próximos tres a cinco años. Por consiguiente, es de vital importancia dar a conocer el estado actual y la evolución a través del tiempo como parte de la apropiación social del conocimiento.

Finalmente, en la figura 7 se presenta el mapa de la evolución de la cobertura glaciар del Nevado Santa Isabel desde mediados del siglo XIX a 2024.



Fuente: Ideam.

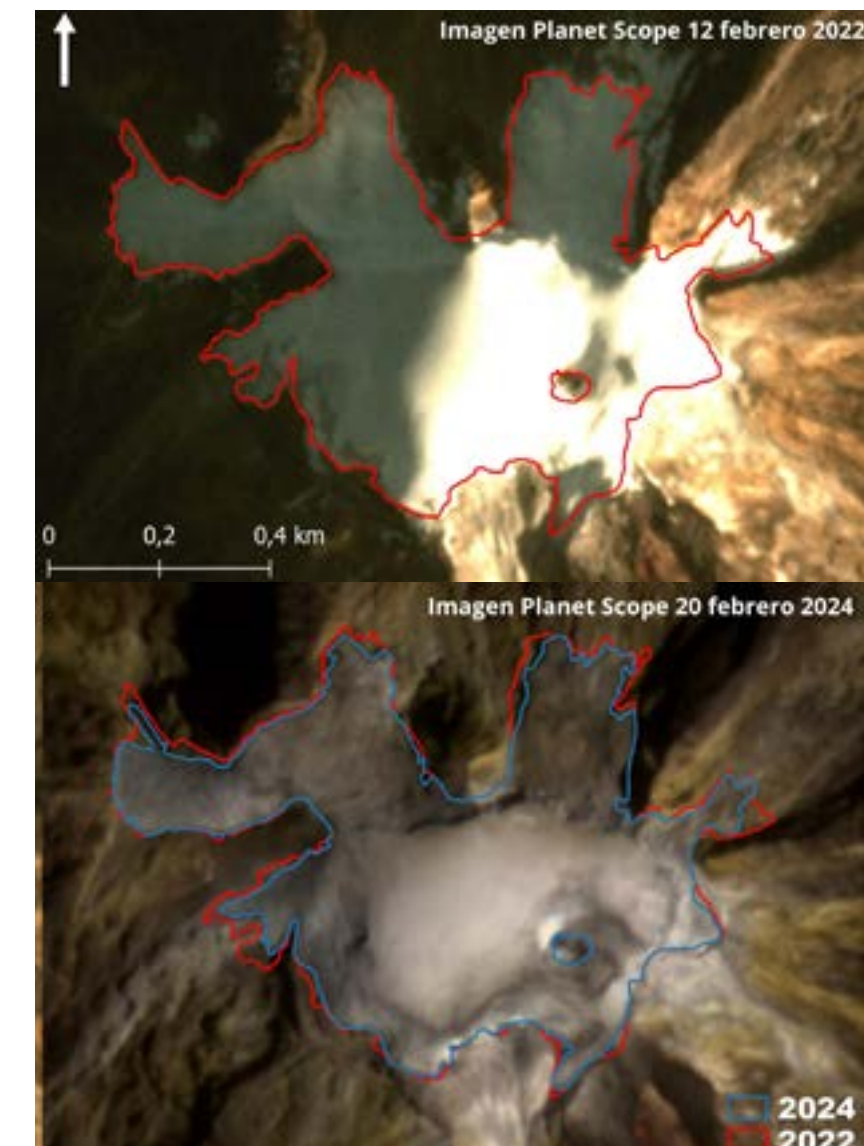
1.2 Nevado del Tolima (Dulima)

Fotografía 8. Nevado del Tolima.
© Cristian Hurtado (2024).

El área glaciaria del Nevado del Tolima estimada para el 20 de febrero de 2024 fue de $0,45 \pm 0,04 \text{ km}^2$, lo que representa una reducción del 8,2 % respecto a los $0,49 \text{ km}^2$ registrados en 2022.

Durante este período (2022 a 2024), se observaron retrocesos del frente glaciario de hasta 67 metros, principalmente en sectores como los glaciares Shimmer y Combeima. Las figuras 8 y 9 evidencian una pérdida significativa de cobertura de hielo y nieve. Entre los factores que contribuyeron a este retroceso destacan la disminución de la cobertura de nieve acumulada durante el evento La Niña (2021-2022), producto del aumento de la temperatura y la disminución de la precipitación ocasionada por el evento extremo El Niño (2023-2024).

Figura 8. Cambios en la superficie de los glaciares Shimmer y Combeima entre 2022 y 2025.



Fuente: Ideam.

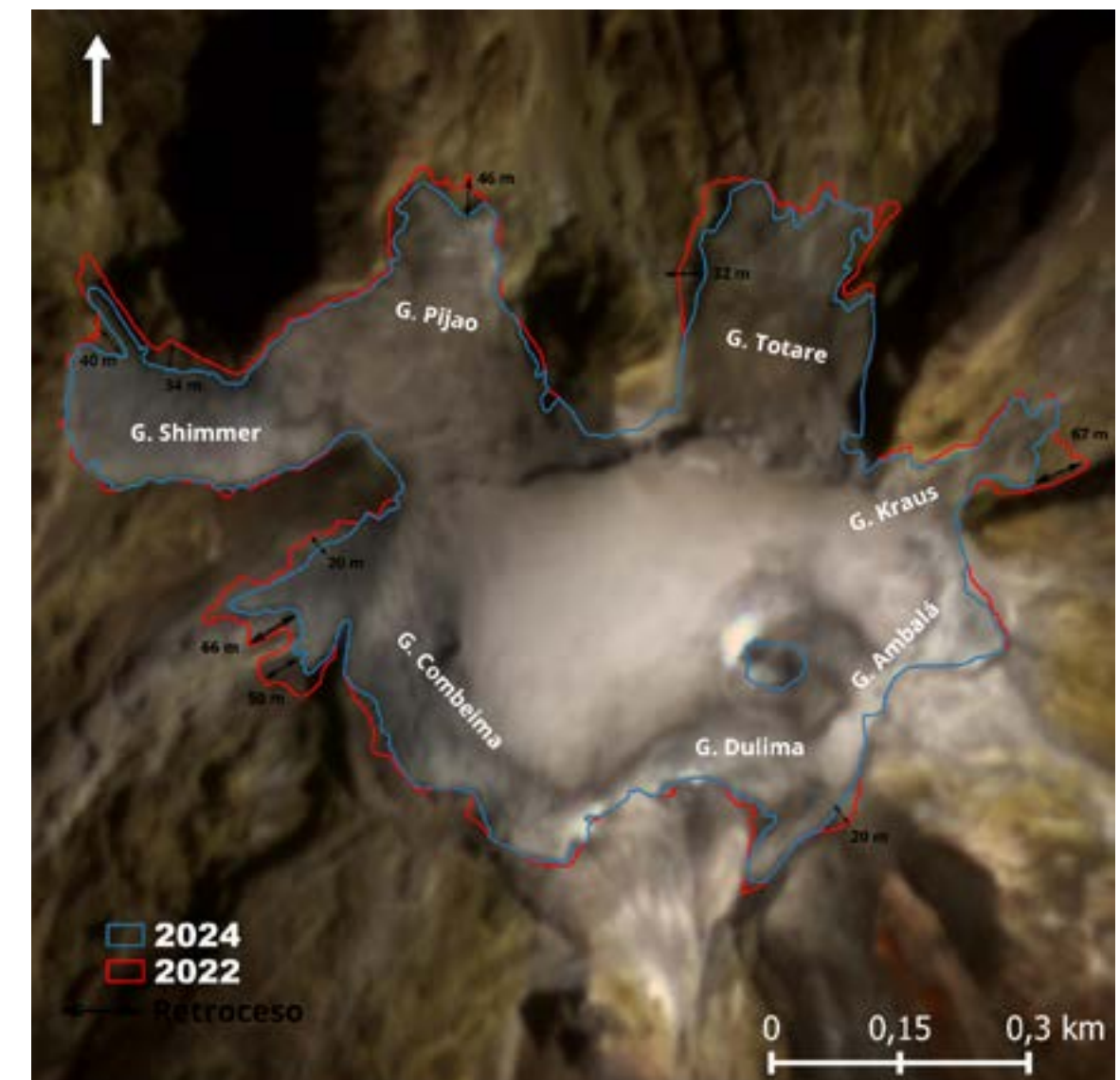
En el sector norte del nevado, conformado por los glaciares Kraus, Totare y Pijao, se registraron retrocesos lineales de hasta 63 metros, como se observa en las figuras 10 y 11. El glaciar Kraus podría presentar fracturas de gran tamaño debido a una fuerte reducción de las coberturas de hielo y nieve en las zonas de alta pendiente.

Figura 9. Cambios en la cobertura de nieve en la superficie del Nevado del Tolima entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam.

Figura 10. Cambios del Volcán Nevado del Tolima entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam, imagen base: PlanetScope 20 de febrero de 2024.

Figura 11. Cambios en el sector Norte del Nevado del Tolima

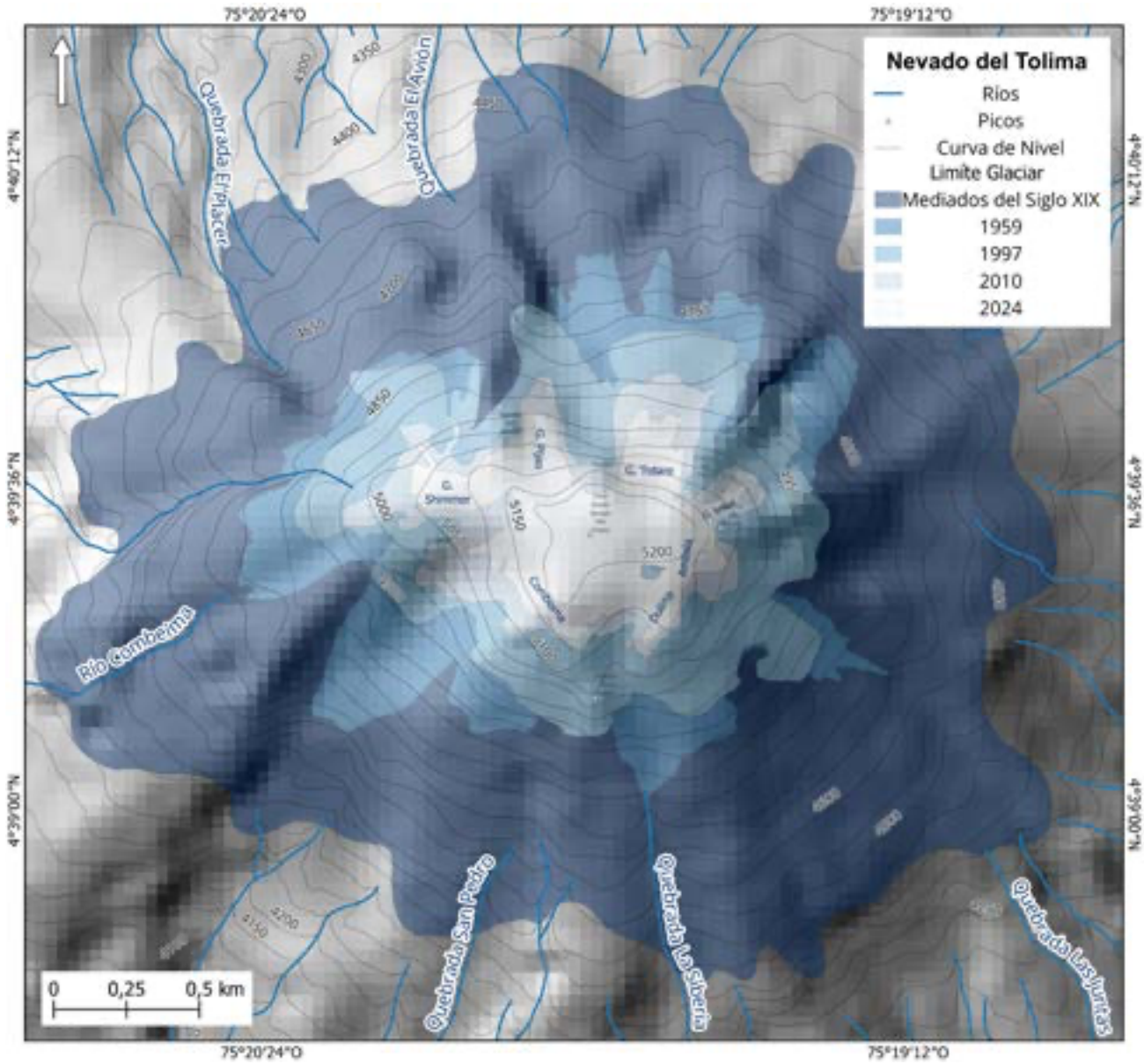


Fuente: Ideam. imagen base: PlanetScope 20 de febrero de 2024. DEM base: SRTM

El análisis del cambio de área en rangos altitudinales, realizado con el Modelo de Elevación Digital (DEM) de SRTM 30, reveló que el 80,2 % del retroceso entre 2022 y 2024 en el Nevado del Tolima ocurrió en las zonas glaciares situadas por debajo de los 5.000 m s. n. m.

Finalmente, en la figura 12 se presenta el mapa de la evolución de la cobertura glaciar del Nevado del Tolima, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 12. Evolución del área glaciar del Nevado del Tolima, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.



Fuente: Ideam.

1.3 Nevado del Ruiz (Kumanday)

El área glaciar del Nevado del Ruiz, estimada para el 20 de febrero de 2024, fue de $7,17 \pm 0,30 \text{ km}^2$, lo que representa una reducción del **6,6 %** en comparación con los $7,68 \text{ km}^2$ del año 2022. En la figura 13 se muestran algunos de los cambios registrados en este período.

Durante 2024, aproximadamente el 88 % de la superficie glaciar del Nevado del Ruiz estuvo cubierta por ceniza volcánica. Las observaciones permiten afirmar que una capa con un espesor superior a 5 cm actúa como aislante térmico, favoreciendo temperaturas inferiores a 0 °C y protegiendo al glaciar de la incidencia directa de la radiación, factores que contribuyen a reducir el derretimiento del hielo.

Los cambios de área más notables en la superficie glaciar se observaron en el sector sur, donde la acumulación de ceniza fue menor, lo que favoreció la fusión del hielo. En contraste, en el sector norte, donde predominó una mayor cobertura de ceniza, no se registraron variaciones significativas en la extensión glaciar.



Fotografía 9. Panorámica Nevado del Ruiz.
© Juan Camilo Otálvaro (2025).

Fotografía 8. Panorámica Nevado del Ruiz.
© Juan Camilo Otálvaro (2025).

En la figura 13 se observa que los glaciares del sector sur: Nereidas, Alfómbrales, Recio, El Oso, Leonera Alta, Lagunillas y La Cabaña presentan superficies ubicadas por debajo de los 5.000 m s. n. m., donde se registraron los mayores retrocesos del frente glaciar, con valores que oscilan entre 40 y 280 metros lineales.

Figura 13. Cambios en el Nevado del Ruiz entre 2022 y 2024.



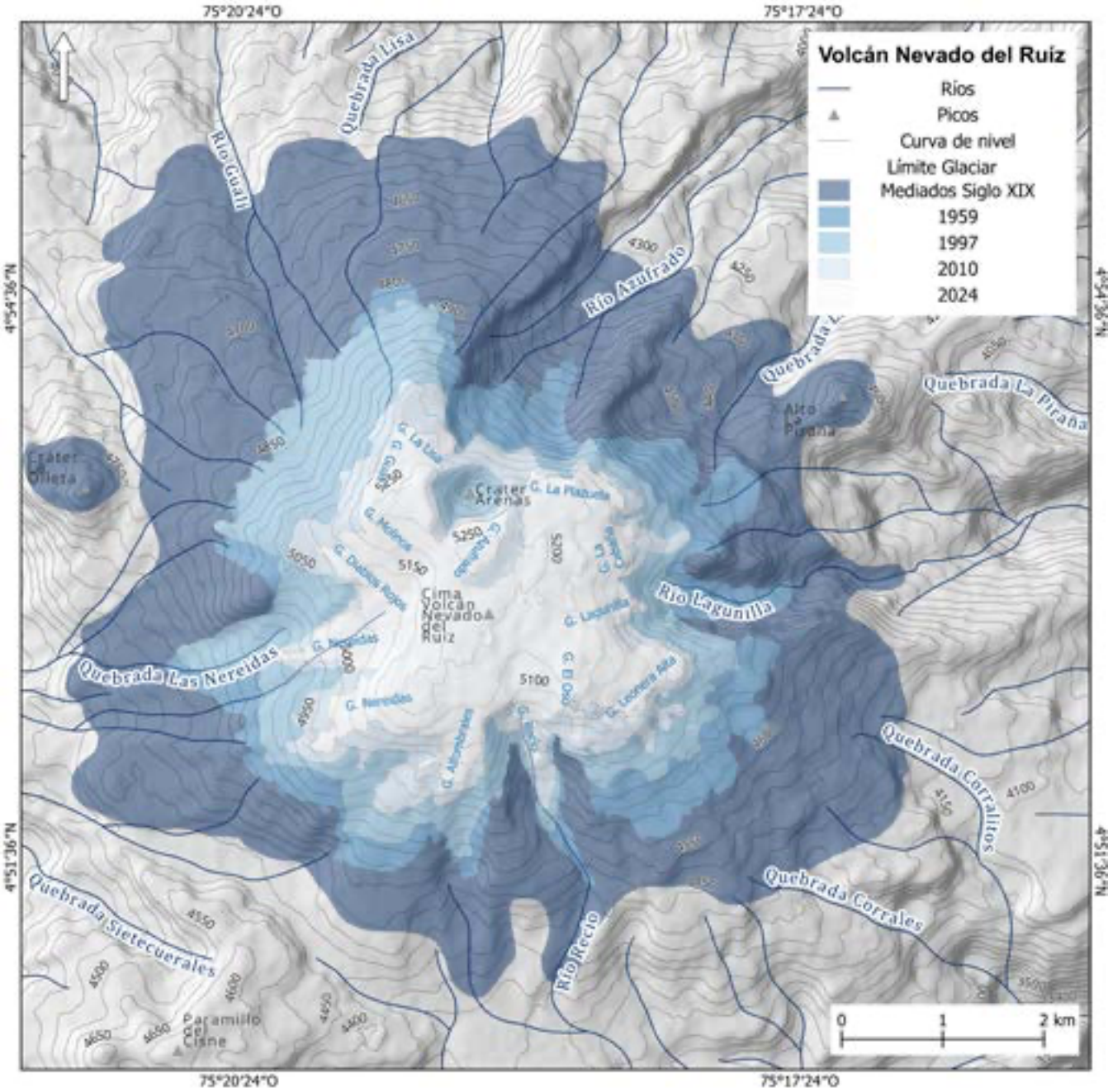
Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 20 de febrero de 2024.

El análisis del cambio de área en rangos altitudinales, realizado con el Modelo de Elevación Digital (DEM) de SRTM 30, reveló que el 45,5 % del retroceso entre 2022 y 2024 en el Nevado del Ruiz ocurrió en las zonas glaciares inferiores a 5.000 m s. n. m.

Durante 2022, el límite inferior del glaciar se encontraba a 4.668 m s. n. m. en el glaciar Recio, al sur del Nevado del Ruiz. Para 2024, este límite seguía ubicado en el glaciar Recio, pero a una altitud de 4.765 m s. n. m., lo que representa un cambio de elevación de 97 metros, acompañado de un retroceso lineal de 280 metros.

En la figura 14 se muestra la evolución del área glaciar del Nevado del Ruiz, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 14. Evolución del área glaciar del Nevado del Tolima, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.



Fuente: Ideam.

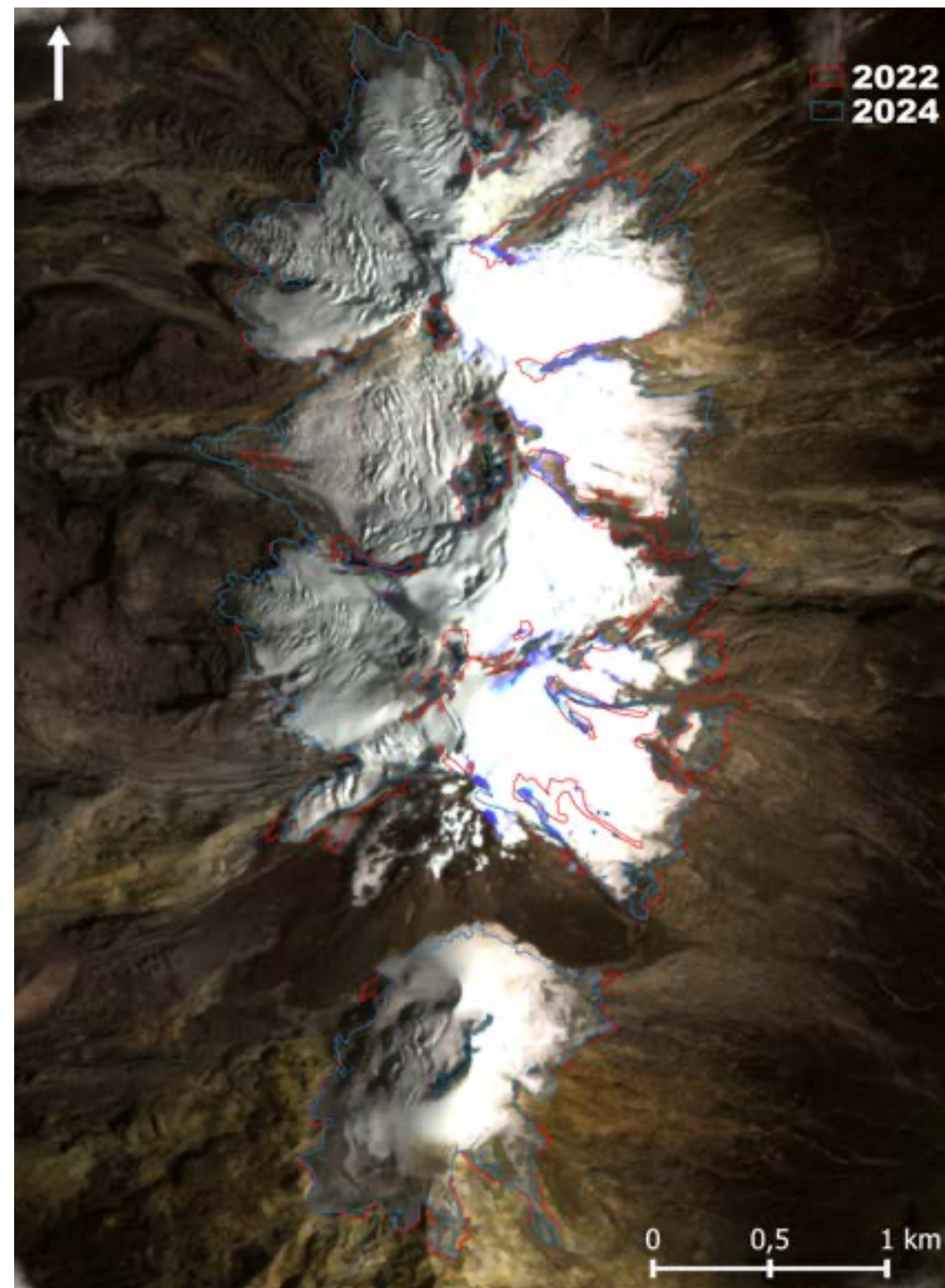
1.4 Nevado del Huila (Wila)

El área glaciaria del Nevado de Huila para el 30 de enero de 2024 fue estimada en $6,33 \pm 0,32 \text{ km}^2$, lo que representa una reducción del 2,62 % en comparación con los $6,50 \pm 0,46 \text{ km}^2$ del año 2022. Este nevado se consolida como el glaciar de Colombia con el menor porcentaje de reducción de su superficie glaciaria entre 2022 y 2024. En la figura 15 se presentan algunos de los cambios observados.

Durante la estimación del área glaciaria, se observó que el sector occidental (figura 16) presenta mayor estabilidad frente al sector oriental (figura 17). Esta estabilidad se manifiesta en retrocesos de menor magnitud y, en ocasiones, en la ausencia de retrocesos glaciares. Por el contrario, en el sector oriental se registraron la gran mayoría de los cambios, como se muestra en la figura 18. Las diferencias mencionadas pueden deberse a factores climáticos locales, topográficos o a la actividad volcánica.

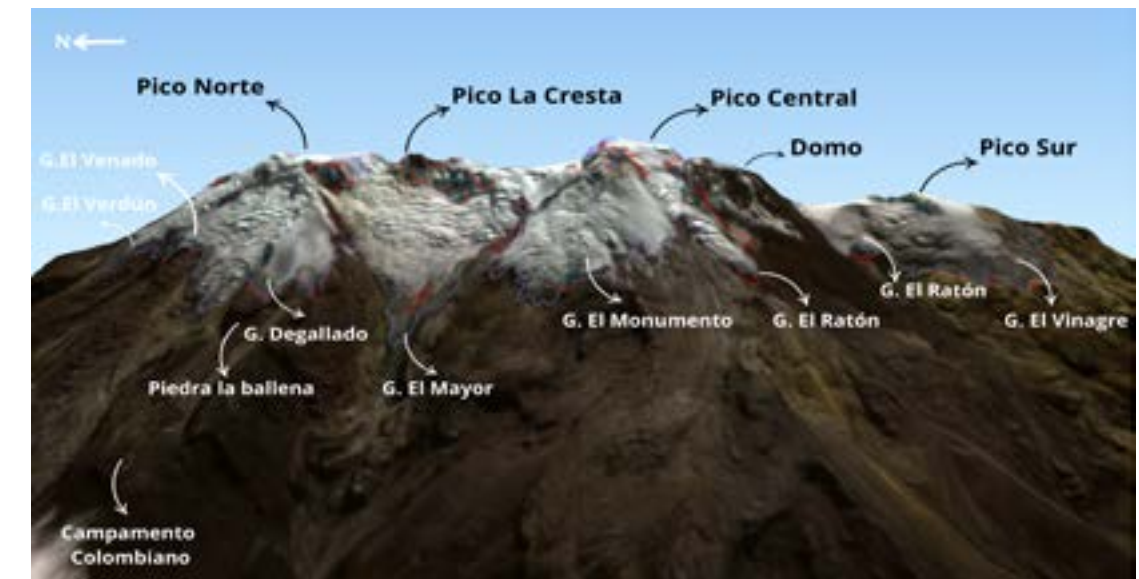
Fotografía 10. Nevado del Huila visto desde el volcán Puracé.
© Gustavo Acosta (2019).

Figura 15. Cambios Nevado del Huila entre 2022 y 2024.



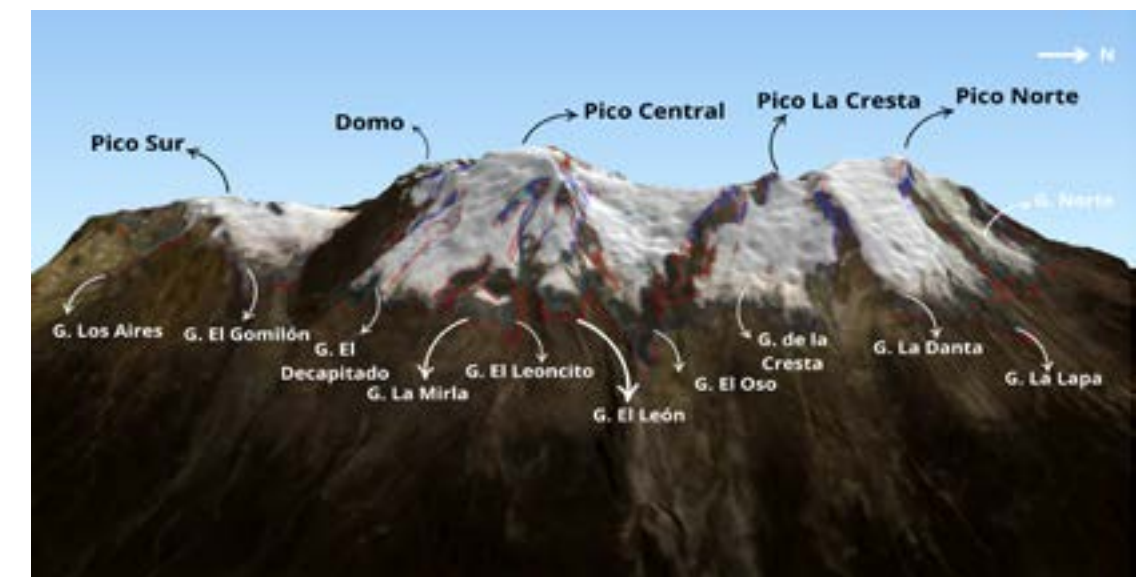
Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 30 enero 2024.

Figura 16. Sector Occidental del Nevado del Huila y toponimia de algunos glaciares y cumbres.



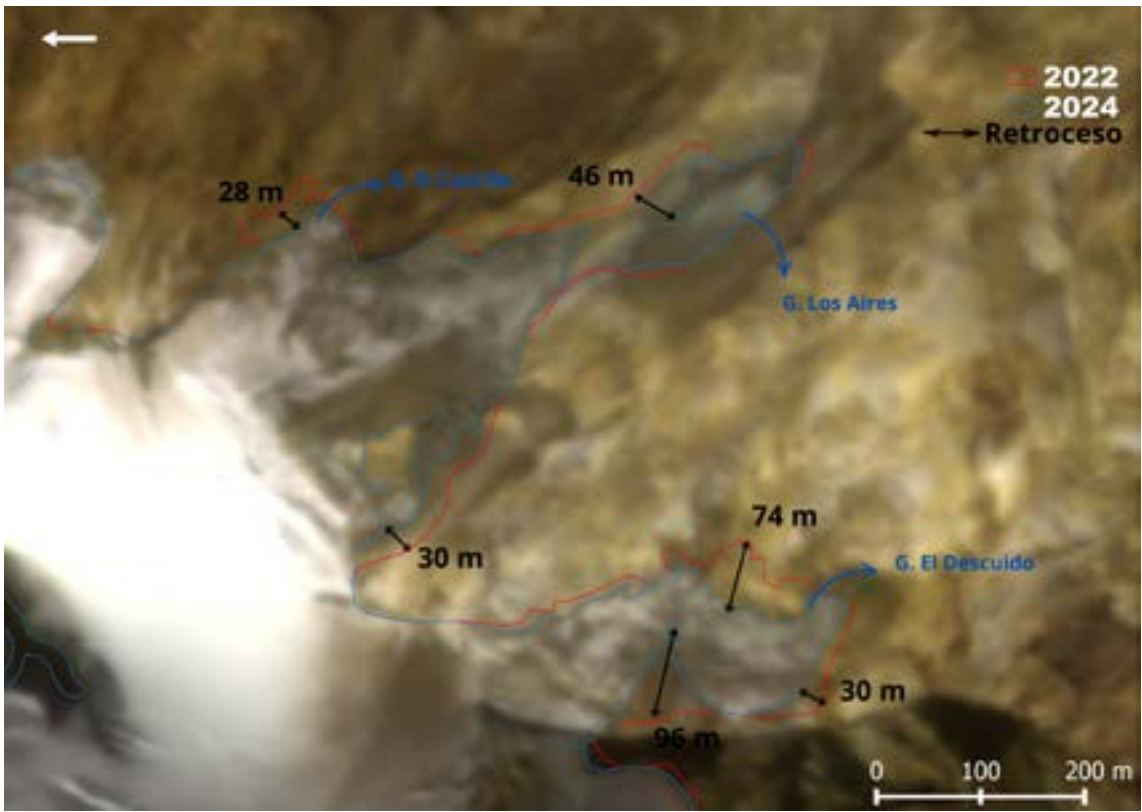
Fuente: Ideam. Base: imagen PlanetScope, 30 de enero de 2024, y DEM SRTM 30.

Figura 17. Sector oriental del Nevado del Huila y toponimia de algunos glaciares y cumbres.



Fuente: Ideam. Base: imagen PlanetScope, 30 de enero de 2024, y DEM SRTM 30.

Figura 18. Cambios Nevado del Huila.

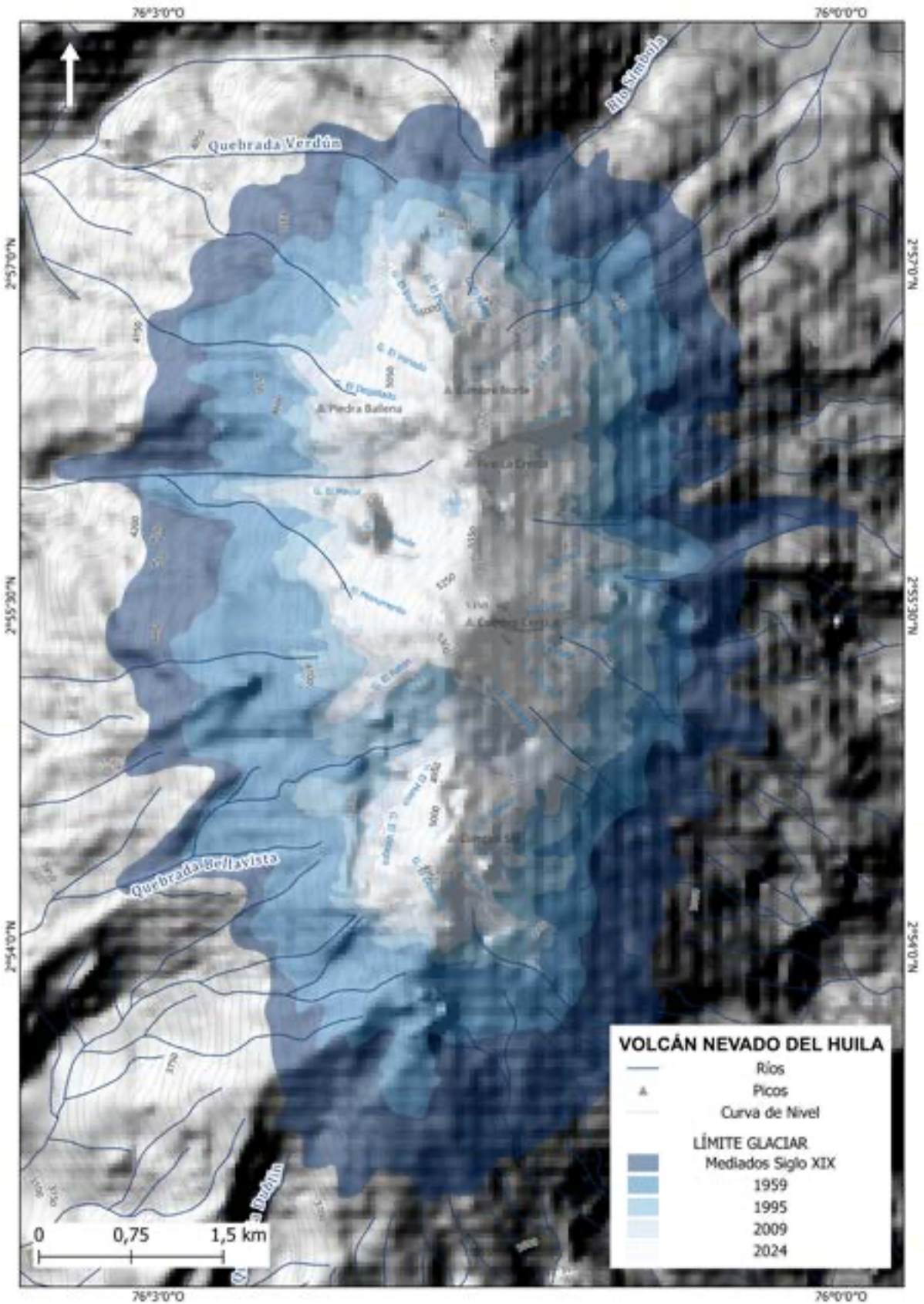


Fuente: Ideam. Base: imagen PlanetScope, 30 de enero de 2024, y DEM SRTM 30.

El análisis del cambio de área en rangos altitudinales realizado con el DEM de SRTM 30 reveló que el 90 % de las pérdidas registradas se encuentran en elevaciones inferiores a los 4.800 m s. n. m. El análisis del Modelo de Elevación Digital también reveló que en el Nevado del Huila se encuentra el límite glaciar más bajo del país, ubicado en el glaciar El Mayor, a 4.508 m s. n. m. en el costado occidental.

Finalmente, en la figura 19 se muestra la evolución del área glaciar en el Nevado del Huila, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 19. Evolución del área glaciar del Nevado del Huila, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.



1.5 Sierra Nevada de Santa Marta (Gonawindúa)

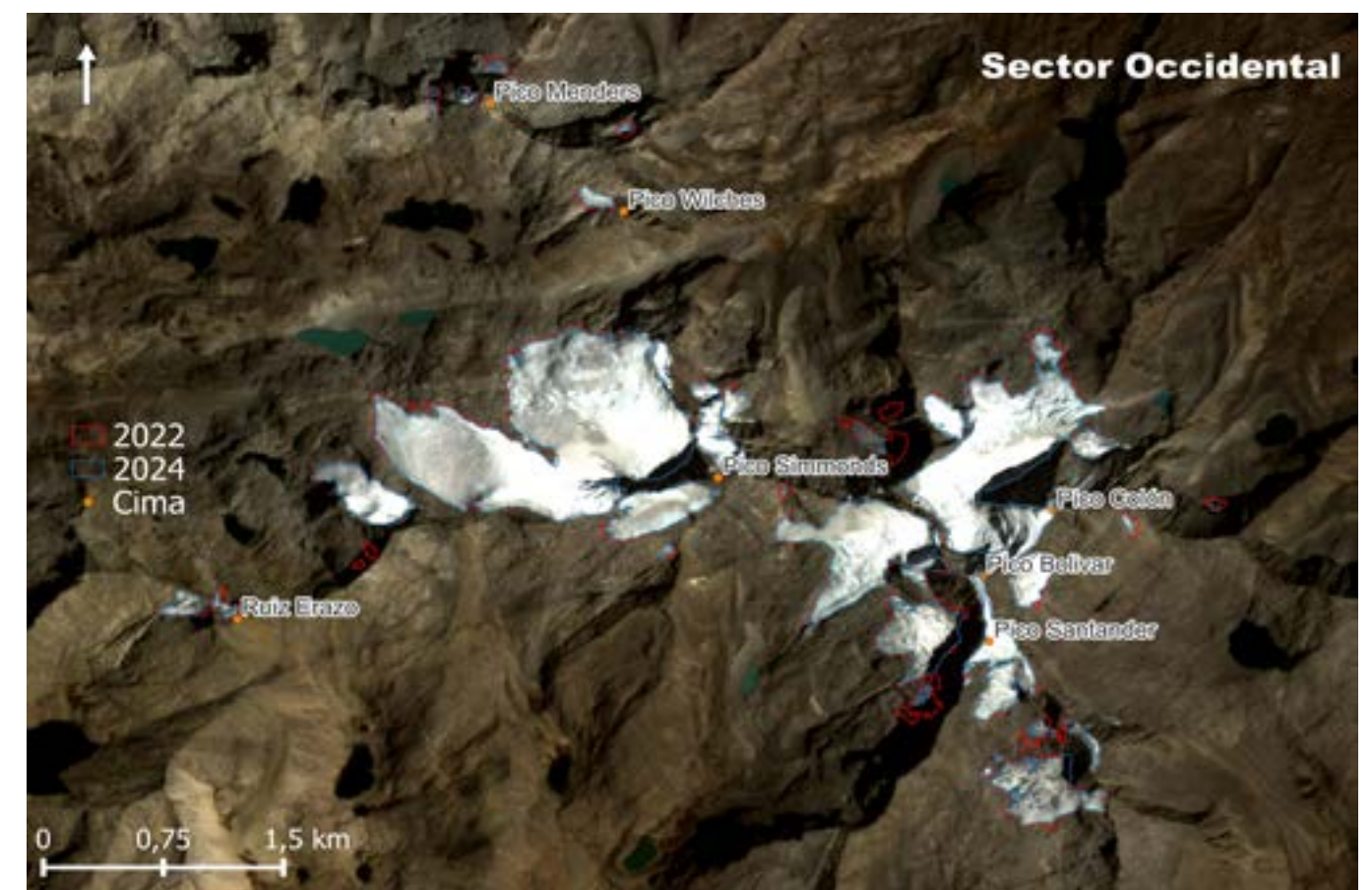
El área glaciaria de la Sierra Nevada de Santa Marta, el 27 de febrero de 2024, fue estimada en $4,84 \pm 0,09 \text{ km}^2$, lo que muestra una reducción del 8,73 % en comparación con los $5,30 \text{ km}^2$ del año 2022. Los glaciares de pico Guardián, Codazzi, Nevado Ramírez, Ojeda, Menders y Ruiz Erazo podrían desaparecer entre 2026 y 2028.

A continuación, se muestra un análisis más detallado entre los sectores occidental y oriental.

1.5.1 Sector occidental

El sector occidental está constituido por los glaciares ubicados al occidente de la laguna Naboba. Entre estos se encuentran los glaciares de los picos Santander, Simón Bolívar, Cristóbal Colón, Simmonds, Ruiz Erazo, Wilches y Menders, como se muestra en la figura 20.

Figura 20. Sector Occidental, Sierra Nevada de Santa Marta.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 27 de febrero de 2024.

El glaciar Ruiz Erazo, denominado así en honor a José Ignacio Ruiz Erazo, director del Instituto Geográfico Militar, mostró una reducción del 18 %, pasando de 5 a 4,1 ha entre 2022 y 2024. Desde 2010, este glaciar se ha reducido en un 67 %. En la figura 21 se presenta la evolución de la cobertura glaciar y su estado actual.

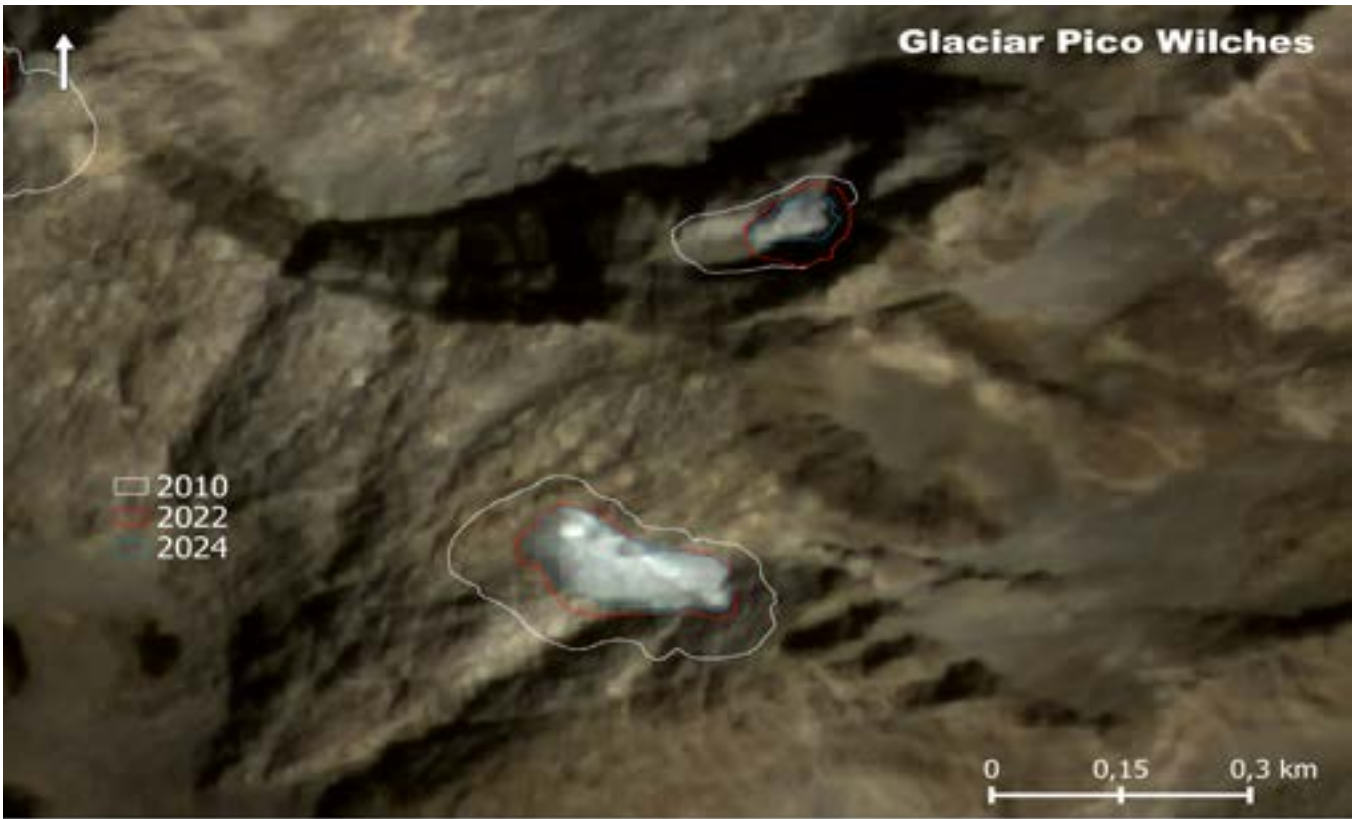
Figura 21. Glaciar pico Ojeda.



Autor imagen arriba: Ideam. Imagen Base: PlanetScope (2024). Autor fotografía abajo: © Juan Camilo Otálvaro (2024).

El glaciar Wilches, denominado así en honor a Belisario Ruiz Wilches, geógrafo y astrónomo colombiano, mostró una reducción del 29 %, pasando de 3,4 a 2,4 ha entre 2022 y 2024. Desde 2010, este glaciar ha experimentado una disminución del 70 %. Aunque es pequeño, en la figura 22 se presenta la evolución desde el año 2010, junto con una fotografía que permite estimar los espesores de hielo durante 2024 en más de 6 metros.

Figura 22. Glaciar pico Wilches.



Fuente: Imagen Base: PlanetScope (2024).

El complejo glaciar del pico Simmonds, conformado por siete fragmentos de hielo, representa la mayor extensión de hielo en la Sierra Nevada de Santa Marta, con un área de 1,91 km² (39 % del total). En comparación, el conjunto de glaciares ubicados en los picos Cristóbal Colón, Simón Bolívar y Santander suma 1,8 km², lo que equivale al 37 % del área glaciar de toda la Sierra. En promedio, los retrocesos de frente en estos glaciares son del orden de entre 15 y 20 metros entre 2022 y 2024.

1.5.2 Sector oriental

El sector oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta está constituido por los glaciares ubicados al oriente de la Laguna Naboba. Entre estos se encuentran los glaciares de los picos: El Guardián, Jika, Ojeda, La Reina, Codazzi, Tulio Ospina y Nevado Ramírez, como se muestra en la figura 23. Uno de los cambios más significativos, aunque pequeño, se presentó en el glaciar del pico Ojeda, el cual experimentó una reducción del 23 % entre 2022 y 2024, pasando de 17 a 13 hectáreas. A pesar de drenar hacia ambas vertientes (norte y sur), este glaciar siempre se había mantenido como una única masa de hielo. Sin embargo, en algún momento entre 2022 y 2024, el adelgazamiento del hielo en la divisoria de aguas provocó su fractura, dividiéndolo en dos masas de hielo independientes, como se muestra en la figura 24.

Figura 23. Sector oriental de la Sierra Nevada de Santa Marta.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 27 de febrero de 2024.

El glaciar del pico Ojeda drena hacia el norte como tributario del río Palomino y al sur como tributario de río Curiba, afluente del río Guatapurí.

El glaciar Tulio Ospina, llamado así en honor a Tulio Ospina Vásquez, fundador y primer rector de la Escuela de Minas de Medellín, mostró una reducción del 6 %, pasando de 30 a 28 ha entre 2022 y 2024. Desde 2010, este glaciar se ha reducido en un 47 %. En la figura 25 se muestra el estado actual de este glaciar.

Figura 24. Glaciar pico Ojeda.



Autor imagen arriba: Ideam. Imagen Base: PlanetScope 23 de febrero de 2024.
Autor fotografía abajo: © Cristián Alarcón (2025).

El glaciar del pico El Guardián mostró una reducción del 68 %, pasando de 5,7 a 1,8 ha entre 2022 y 2024. Desde 2010, este glaciar se ha reducido en un 88 %. En las figuras 26 y 27 se muestran el estado actual de este glaciar y la evolución fotográfica.

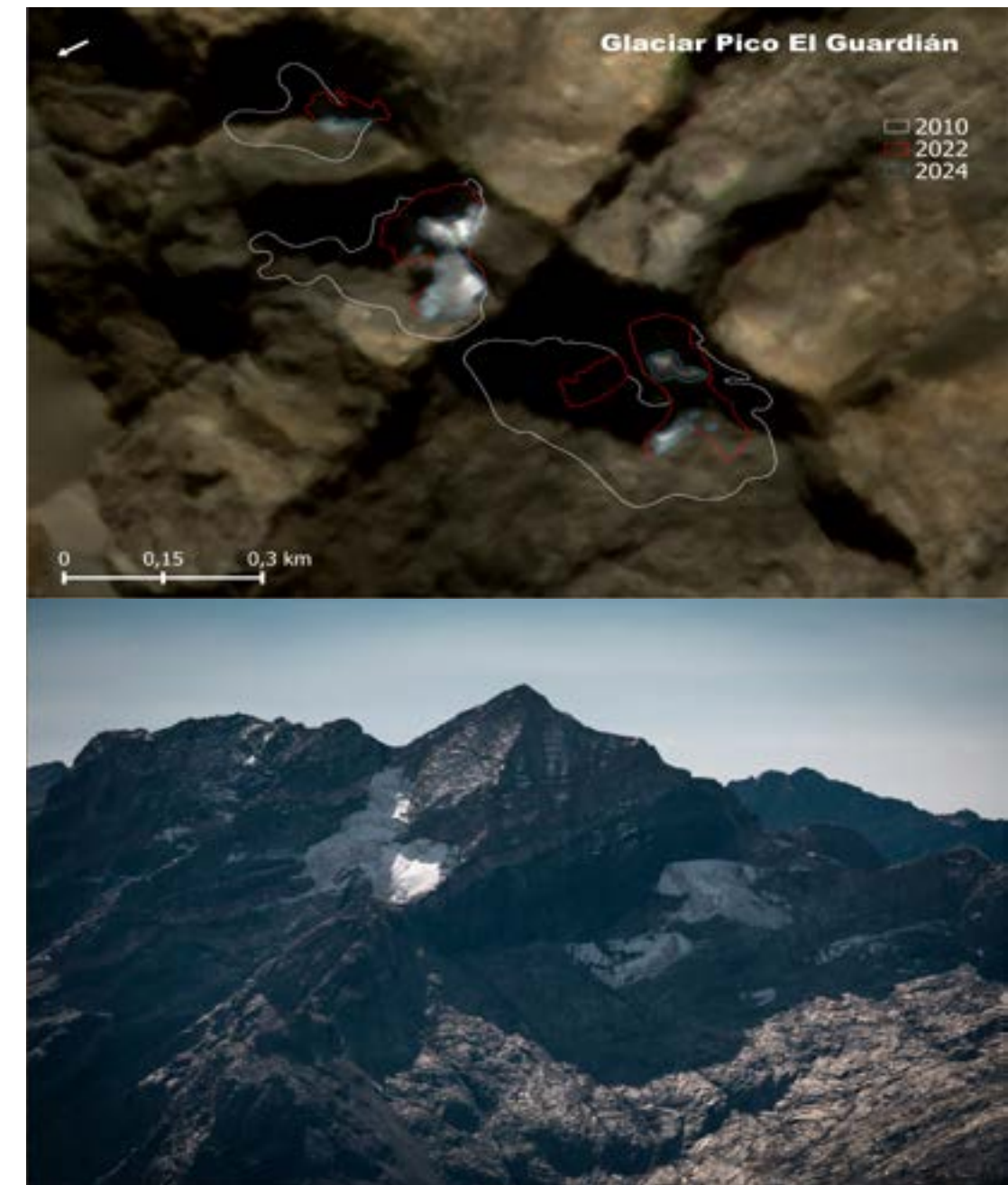
Figura 25. Glaciar Pico Tulio Ospina.



Autor imagen arriba: Ideam. Imagen base: PlanetScope, 27 de febrero de 2024.
Autor fotografía abajo: © Cristián Alarcón (2025).

También en el sector oriental, el glaciar del pico Nevado Ramírez, llamado así en honor al reverendo padre Jesús Emilio Ramírez, sacerdote jesuita, geofísico y sismólogo colombiano, se redujo un 44 %, pasando de 0,9 a 0,5 ha entre 2022 y 2024. Desde 2010, este glaciar se ha reducido en un 87 %.

Figura 26. Glaciar El Guardián.



Autor imagen arriba: Ideam. Imagen Base: PlanetScope 27 de febrero de 2024.
Autor fotografía abajo: © Cristián Alarcón (2025).

Figura 27. Glaciar El Guardián.

Autor fotografía de la arriba: © Erwin Kraus (1951). Autor fotografía de la abajo: © Óscar Torres (2024).

El análisis del cambio de área en rangos altitudinales, realizado con el DEM de SRTM 30, reveló que el 45,2 % de las pérdidas registradas se encuentran en elevaciones inferiores a los 5.000 m s. n. m.

En 2022, el glaciar del Pico La Reina registró el frente glaciar a la menor altitud en la Sierra Nevada de Santa Marta, ubicado a 4.728 m s. n. m. Para 2024, el límite inferior se elevó 17 metros verticales, hasta situarse a los 4.745 m.s.n.m, permaneciendo aún en el glaciar de La Reina.

En 2018, el Ideam identificó una nueva laguna de origen glaciar que había comenzado a formarse por las aguas de deshielo del pico La Reina alrededor del año 2009 (Ideam, 2018). Entre 2009 y 2024, esta laguna cambió su superficie de 5 a 11 ha. En la figura 28 se muestra su extensión entre 2009 y 2024.

En la fotografía 12 se muestra la que puede que sea el único registro fotográfico de esta laguna.

Figura 28. Evolución laguna proglaciar pico La Reina entre 2009 y 2024.

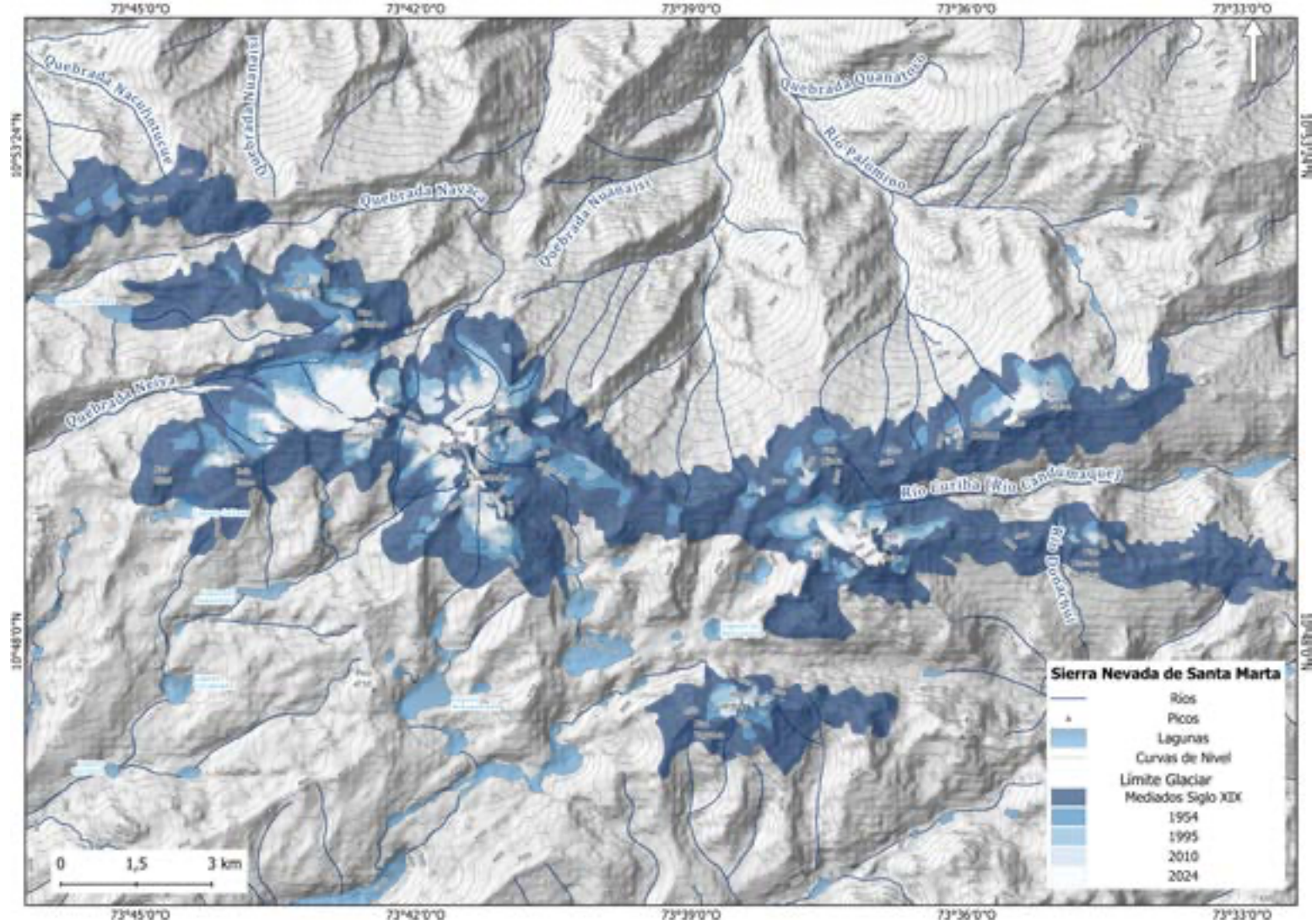
Fuente: Ideam. Imagen base 2009 (Alos) 2024 (PlanetScope).



Fotografía 12. Laguna Proglaciar pico La Reina, Sierra Nevada Santa Marta.
© Cristian Alarcón (2024).

Finalmente, en la figura 29 se muestra la evolución de la cobertura glaciar en la Sierra Nevada de Santa Marta, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 29. Evolución del área glaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta, desde mediados del siglo XIX hasta 2024.



Fuente: Ideam.

1.6 Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (Zizuma)



Fotografía 13. Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. Vista Norte a Sur desde el costado Oriental. © Juan Perdomo (2024).

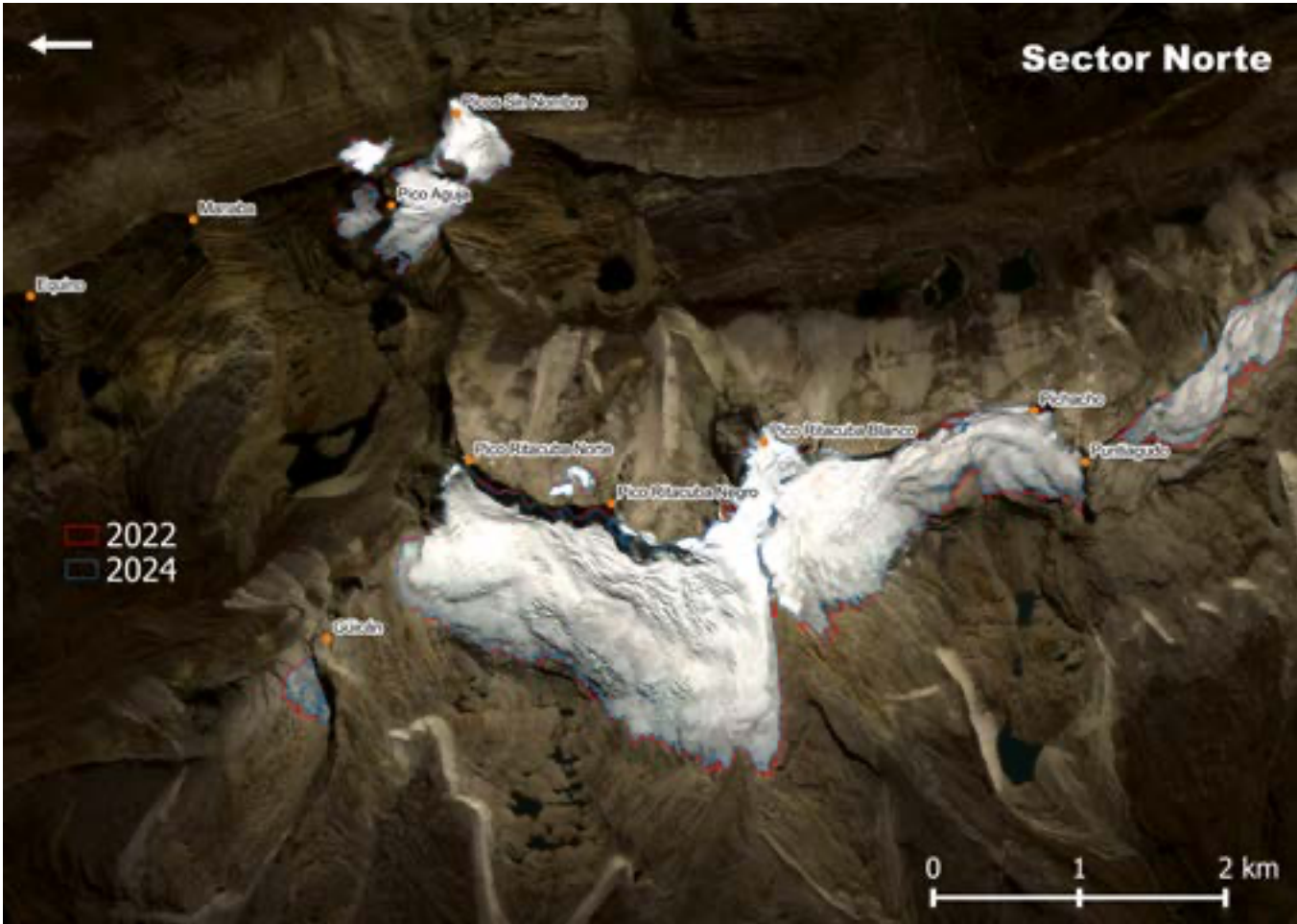
El área glaciaria de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, estimada para el 2 de marzo de 2024, fue de **11,88 ± 0,16 km²**, lo que representa una reducción del 7,41 % (0,95 km²) en comparación con los **12,83 km²** el año 2022.

A continuación, se realiza un análisis más detallado de los cambios en las coberturas glaciares de esta sierra nevada.

1.6.1 Sector norte

En el sector norte, la cobertura glaciaria se distribuye en dos subsectores: el occidental, conformado por los glaciares de los picos Güicán, Ritacuba Norte, Ritacuba Negro, Ritacuba Blanco, Picacho y Puntiagudo; y el oriental, que incluye los glaciares de los picos Sin Nombre y Pico Aguja, como se muestra en la figura 30.

Figura 30. Sector norte, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 2 de marzo de 2024.

Uno de los glaciares donde se evidenciaron grandes cambios es el glaciar del Pico Güicán. Entre 2022 y 2024, se observó una fuerte disminución de la cobertura de nieve, acompañada por el afloramiento del lecho de roca a lo largo de su superficie, como se observa en las figuras 31 y 32. En 2024, el área del glaciar del Pico Güicán fue calculada en 6,1 ha, lo que representa una reducción de 2 ha frente a 2022.

Figura 31. Cambios en el glaciar del Pico Güicán entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam. Imagen base: Spot 7 (2022) y PlanetScope (2024).

Figura 32. Cambios en el Pico Güicán.



Fuente: Ideam. Autora fotografías: © Angie Gómez. 21 de nov. de 2022 (arriba) y 17 de oct. de 2024 (abajo).

Entre 2022 y 2024, el glaciar Ritacuba Blanco, ubicado en el sector norte de la Sierra Nevada del Cocuy o Güicán y considerado un sitio de monitoreo glaciológico de balance de masa, presentó retrocesos promedio del frente glaciar de entre 20 y 30 metros, como se muestra en la figura 33. Sin embargo, para el 31 de diciembre de 2024, a partir de una imagen satelital de PlanetScope adquirida mediante el Observatorio de la Tierra y el Territorio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, se observó que entre el 2 de marzo y esa fecha se derritió aproximadamente 1 hectárea en la parte baja del glaciar, con retrocesos del frente glaciar de hasta 100 metros (véase figura 34). Se prevé que durante 2025 continúe un deshielo más acelerado en la zona baja y el flanco derecho del glaciar, como consecuencia de la pérdida de cobertura de nieve.

Figura 33. Cambios en el glaciar Ritacuba blanco entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam. **Imagen base:** PlanetScope 2 de marzo de 2024.

Figura 34. Cambios en el glaciar Ritacuba Blanco entre 3 de marzo y 31 de diciembre de 2024.



Fuente: Ideam. **Imagen Base:** PlanetScope 31 dic 2024.

Se proyecta que los cambios en el área de los glaciares occidentales del sector norte, en estimaciones futuras, puedan presentar un incremento en la pérdida de área y masa debido a la acumulación de ceniza y materiales particulados provenientes de incendios forestales que afectaron el Parque Nacional Natural El Cocuy durante el mes de febrero de 2024. En la figura 35 se muestra la columna de ceniza en dirección a los glaciares Güicán, Ritacuba Norte, Negro y Blanco. La imagen satelital PlanetScope del 23 de febrero de 2024 fue adquirida a través del Observatorio de la Tierra y el Territorio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Figura 35. Columna de ceniza en dirección a los glaciares del sector norte. Imagen satelital PlanetScope 23 de febrero de 2024



Fuente: Observatorio de la Tierra y el Territorio (IGAC).

En el sector occidental, los glaciares de los picos La Aguja y Sin Nombre presentaron una de las reducciones más pequeñas entre 2022 y 2024, pasando de 0,54 km² a 0,52 km², lo que representa una disminución del 3,7 %. No obstante, desde 2010, estos glaciares han perdido aproximadamente el 42 % de su superficie. La figura 36 muestra la evolución fotográfica de estos glaciares.

Figura 36. Cambios en el glaciar del pico La Aguja y Picos Sin Nombre

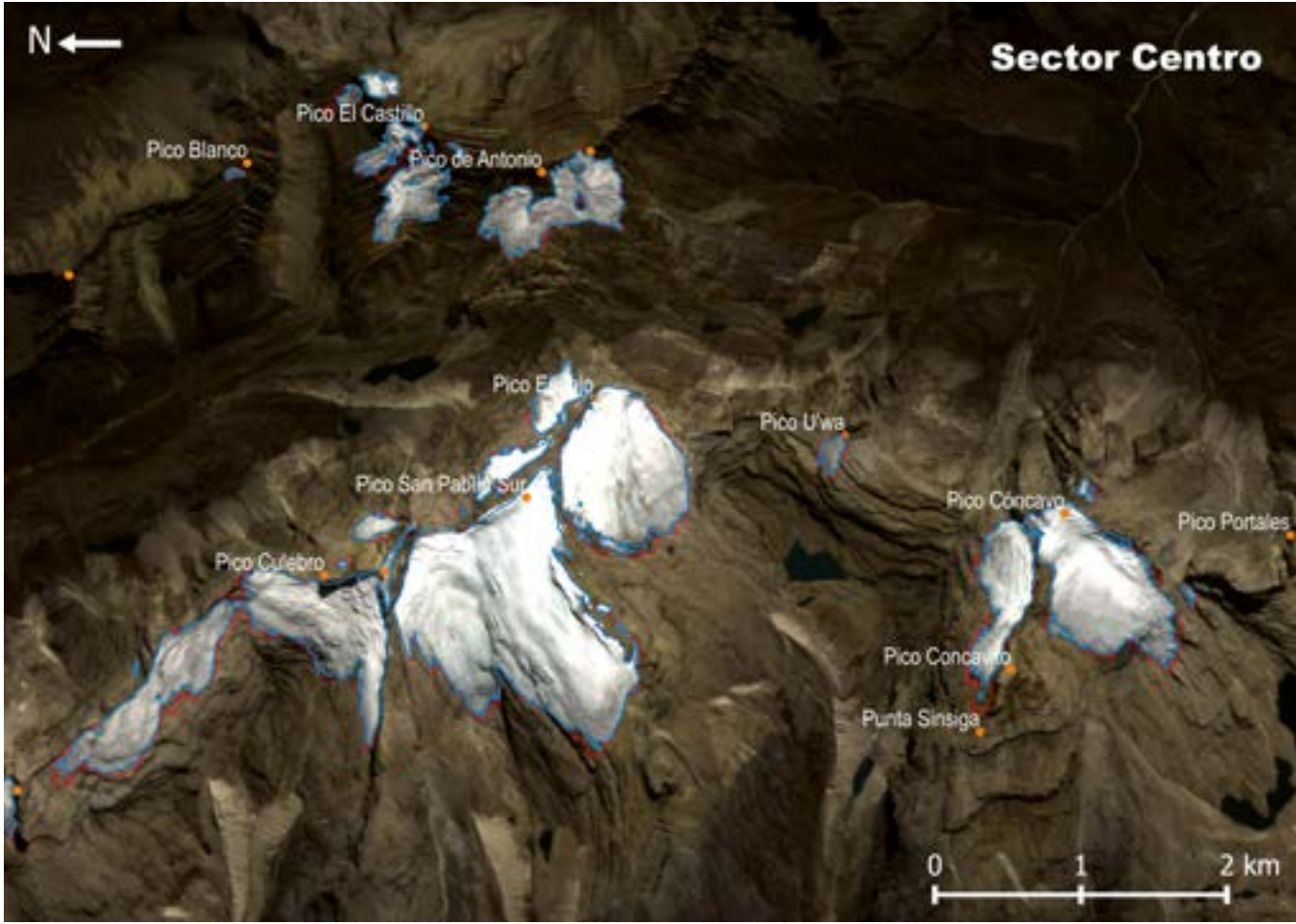


Fuente Ideam. Fuente: Autor fotografía arriba Barbosa. F (Años 90). Autor fotografía abajo Daniel CamiloCastillo (mayo 2024).

1.6.2 Sector centro

En el sector Centro, la cobertura glaciar se distribuye en dos subsectores: el occidental, conformado por los glaciares de los picos San Pablin norte y sur, y U’wa; y el oriental, que incluye los glaciares de los picos Blanco, El Castillo, Pico de Antonio y Triángulo del sur, tal como se muestra en la figura 37.

Figura 37. Sector centro, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope 2 de marzo de 2024.

El glaciar del Pico Blanco, tal vez uno de los menos explorados de la sierra y que, frente a la magnitud y atracción visual de su vecino, el Pico El Castillo, pasa desapercibido, se redujo de 0,7 a 0,5 ha, lo que representa una pérdida del 28 %. Desde el año 1955, ha perdido más del 97 % de su extensión. En la figura 38 se muestra la evolución de su superficie.

Figura 38. Evolución del área glaciar del Pico Blanco.



Fuente: Ideam. Imagen Base: PlanetScope 2 de marzo de 2024.

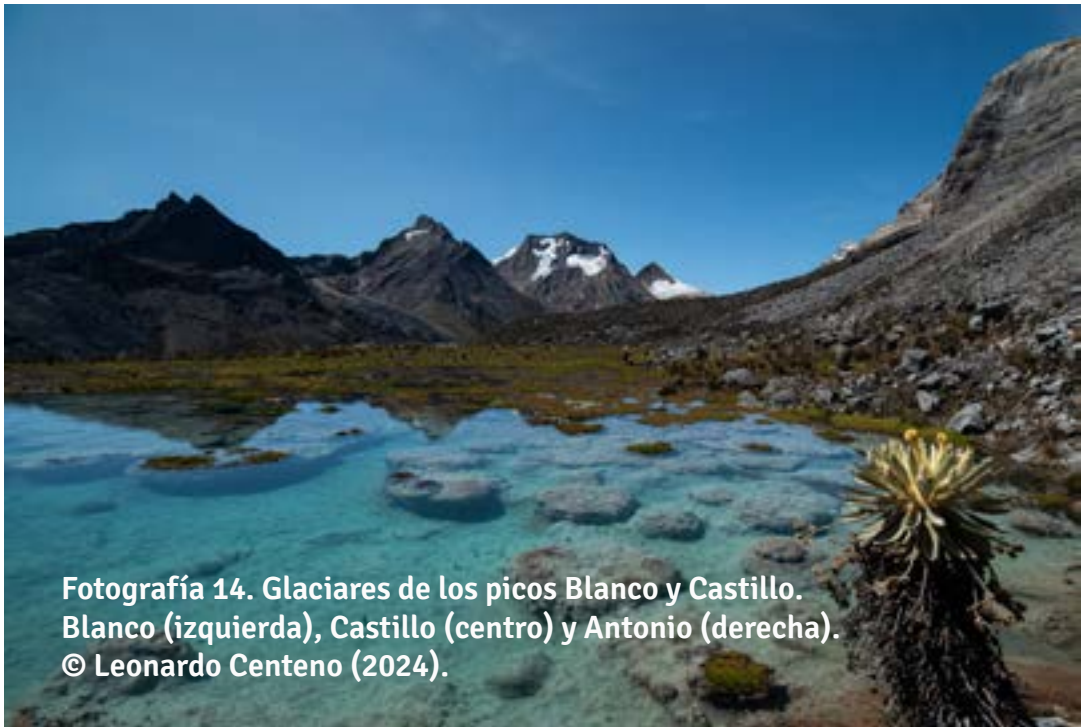
Por su parte, el pico El Castillo está conformado por nueve relictos de hielo con un área total de 0,26 km², lo que representa una reducción del 16 % frente a los 0,31 km² del año 2022. Desde el año 2010, este glaciar ha perdido el 49 % de su superficie. En la figura 39 se muestra el cambio del área glaciar entre 1946 y 2019.

Figura 39. Cambios en el glaciar del pico El castillo.



Fuente: Ideam. Fuente: arriba: © Erwin Kraus (1946) y abajo: © Ariano, R. (2019).

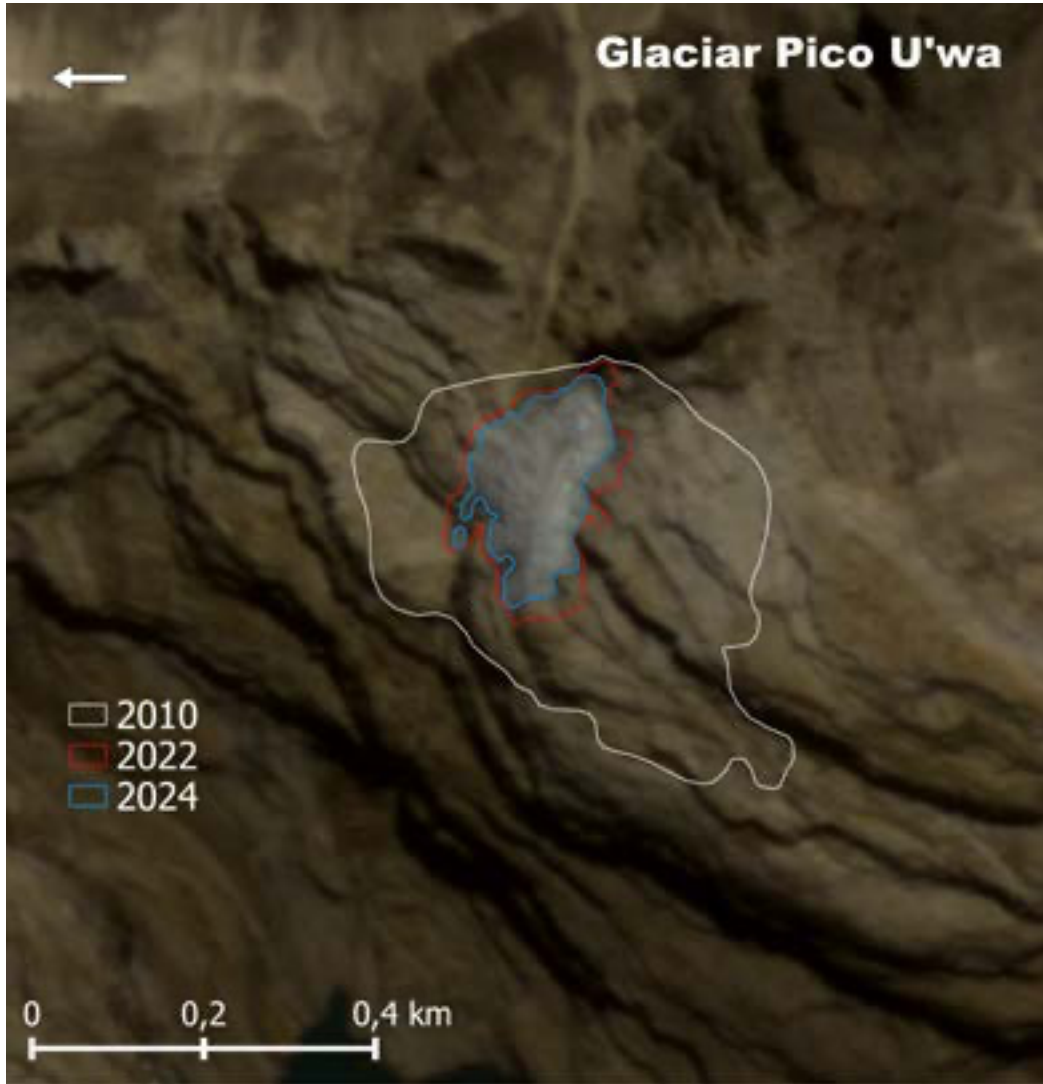
En la fotografía 14 se muestra el glaciar del pico Blanco (izquierda), Castillo (centro) y Antonio (derecha).



Al costado occidental, el complejo de glaciares de los picos San Pablin norte y sur mostró una reducción del 7,8 %, pasando de 3,8 km² a 3,5 km² entre 2022 y 2024. Se registraron retrocesos en el frente glaciar de entre 30 y 40 metros.

El glaciar del pico U'wa perdió el 28 % de su área glaciar entre 2022 y 2024, pasando de 3,8 a 2,7 ha. Desde el año 2010, este glaciar se ha reducido en un 83 %. En la figura 40 se muestra la evolución de área glaciar.

Figura 40. Evolución del área glaciar del Pico U'wa.

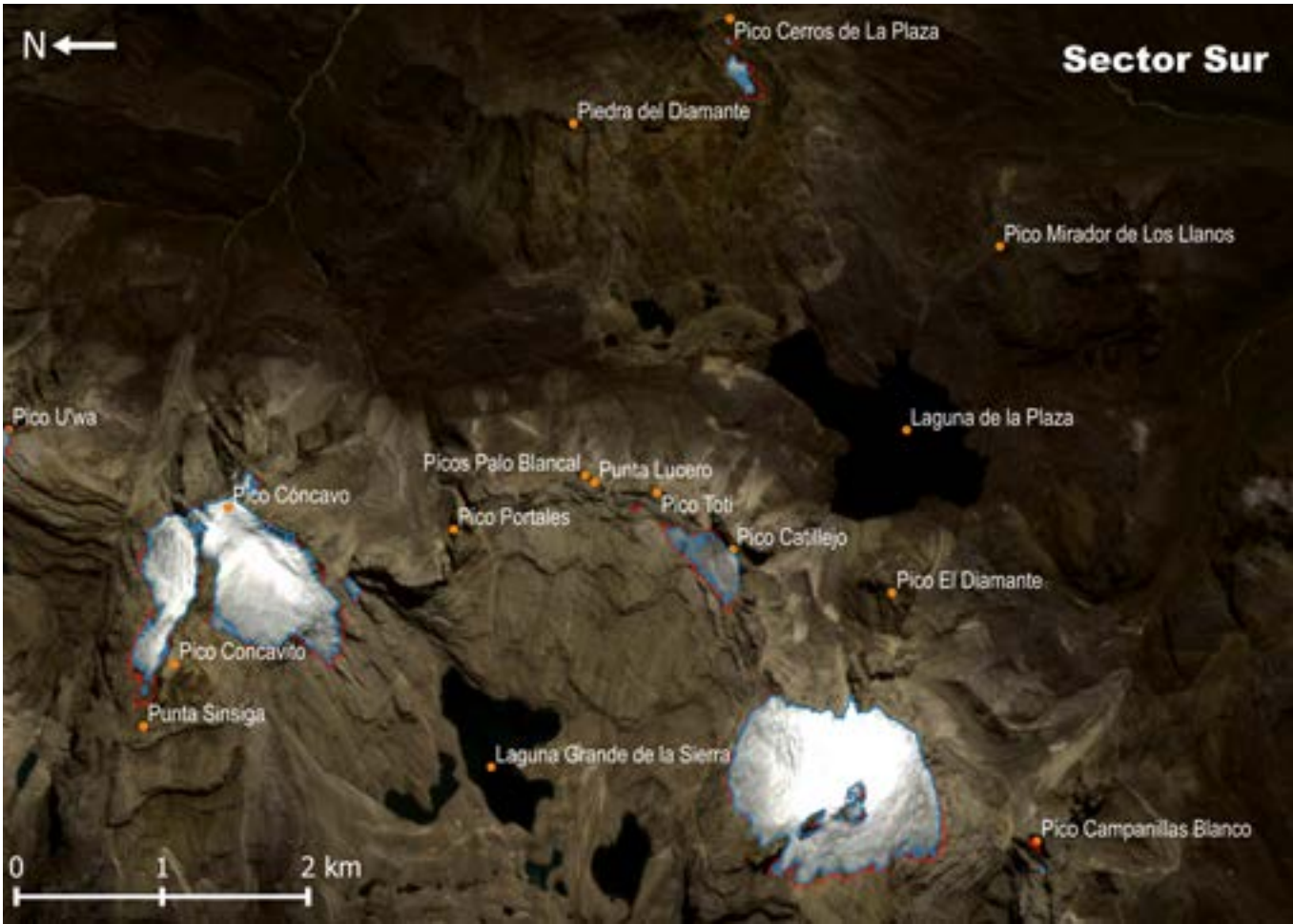


Fuente: Ideam. Imagen Base: PlanetScope 2 de marzo de 2024.

1.6.3 Sector sur

En el sector sur, la cobertura glaciar se distribuye en dos subsectores. El occidental está conformado por los glaciares de los picos Concavito, Cóncono, Toti, Pan de Azúcar y Campanillas Blanco. Por su parte, el sector oriental incluye únicamente el glaciar de los Cerros de la Plaza, como se muestra en la figura 41. De acuerdo con Ceballos et al. (2023), los glaciares de la Sierra Nevada del Cocuy y Güicán (SNCG), ubicados en las zonas más meridionales (al sur) y, a su vez, al oriente, presentan una mayor susceptibilidad a la pérdida de cobertura glaciar.

Figura 41. Sector sur, Sierra Nevada del Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope, 2 de marzo de 2024.

Esto se debe a su menor altitud y a una dinámica glaciológica con líneas de equilibrio altitudinal más elevadas, lo que incrementa el área expuesta a procesos de fusión.

Al fenómeno descrito anteriormente responde el glaciar de los Cerros de la Plaza, el cual ha perdido el 48 % de su área entre 2022 y marzo de 2024, reduciéndose de 3,7 a 1,9 ha. Desde el año 2010, los cerros de la Plaza han perdido el 92 % de su superficie, y desde mediados del siglo XIX, este glaciar se ha reducido en más de un 99,6 %.

La imagen satelital PlanetScope, adquirida el 31 de diciembre de 2024 mediante el Observatorio de la Tierra y el Territorio del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, permitió estimar un área de 0,7 ha. Se espera que durante 2025 el único glaciar del departamento de Arauca se extinga. En la figura 42 se presenta una comparativa de la evolución de la superficie glaciar, y en la fotografía 15 se muestra la imagen más reciente de este fragmento glaciar.

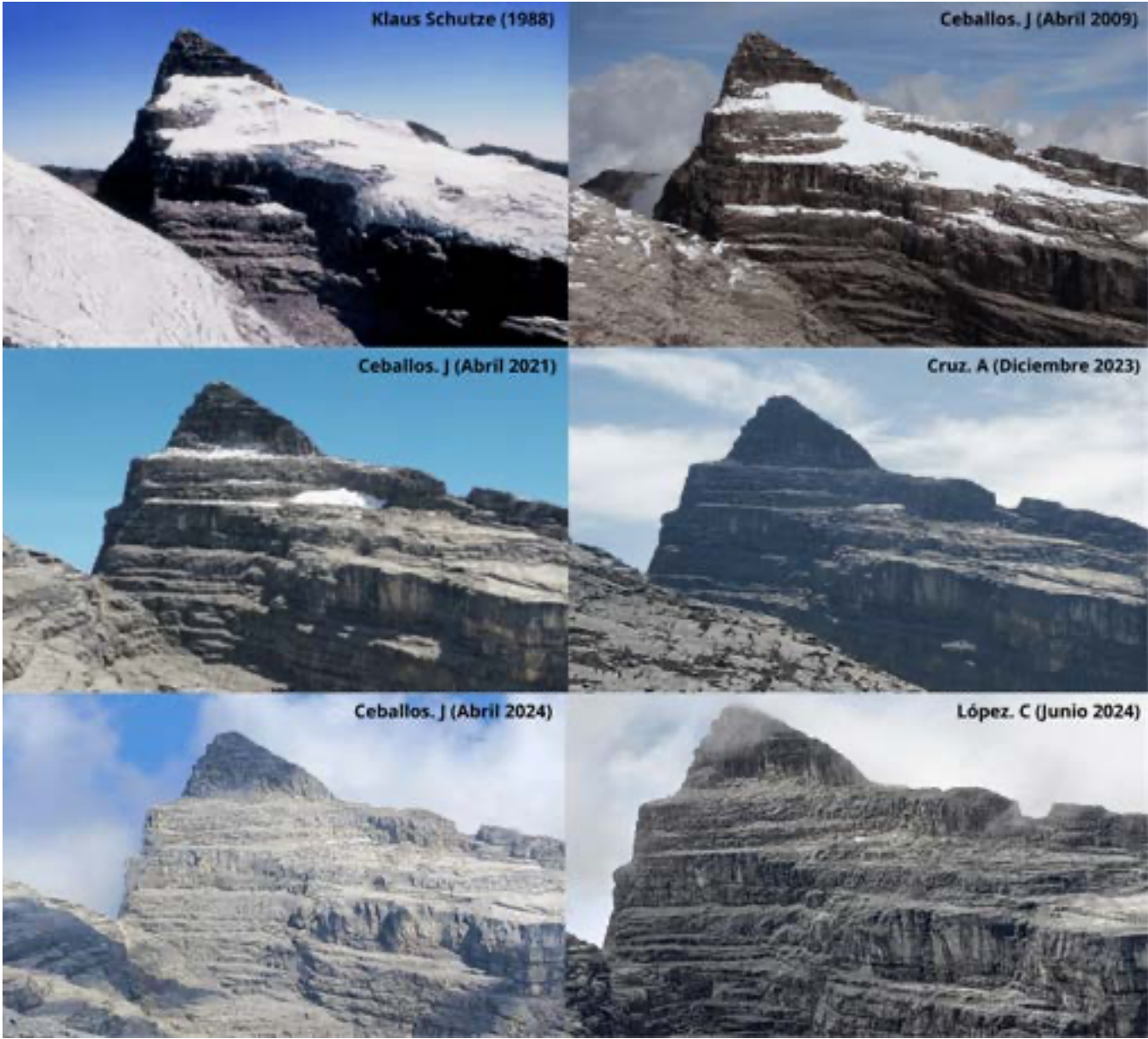
Figura 42. Glaciar Cerros de la Plaza.



Fuente: Ideam. Autor fotografía izquierda: © Van der Hammen (1959). Autor fotografía derecha © Castillo. A (2023)

El glaciar del pico Campanillas Blanco se extinguió entre marzo y junio de 2024; su nombre se suma a la lista de los glaciares extintos en Colombia. En 1955, este glaciar tenía un área de 25 ha y, el 3 de marzo de 2024, su área se estimó en 0,07 ha. Los análisis realizados por el Ideam infieren que factores topográficos, como la orientación del glaciar, permitieron que el hielo recibiera una menor cantidad de energía, representada en horas de luz diarias; de no ser por este factor, su extinción se habría producido en años anteriores. En la figura 43 se muestra parte del seguimiento fotográfico realizado a este glaciar.

Figura 43. Seguimiento fotográfico del glaciar Campanillas Blanco desde 1988 hasta su extinción a finales de junio de 2024.



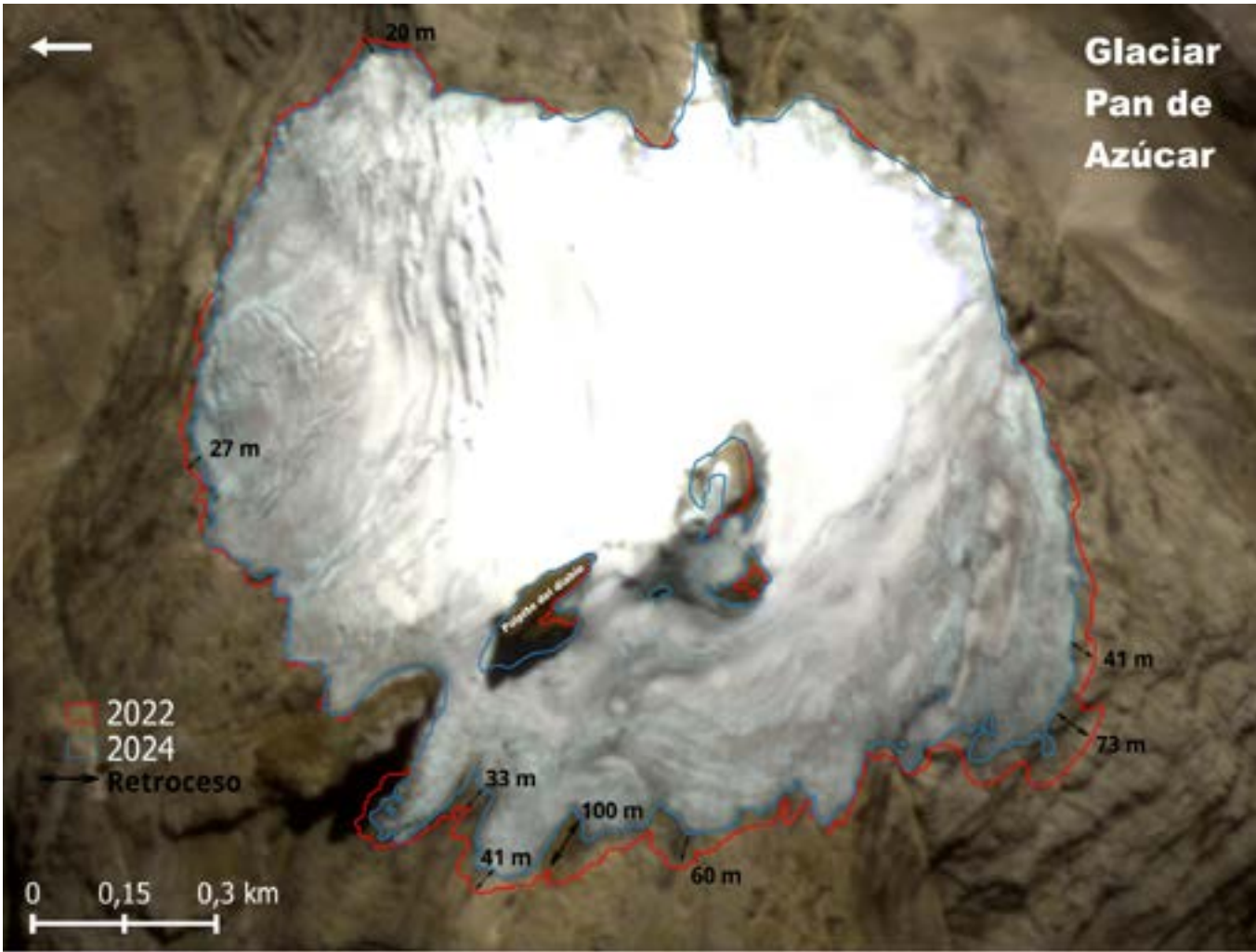
Fuente: Ideam.



Fotografía 15. Glaciar Cerros de la Plaza.
© Daniel Camilo Castillo (enero de 2025).

Por su parte, el glaciar Pan de Azúcar mostró fuertes transformaciones entre 2022 y 2024. En este se registraron cambios en el frente glaciar de hasta 100 metros lineales (véase figura 44). Asimismo, se observaron cambios en la parte media, donde el adelgazamiento del hielo ocasionó el afloramiento de la roca (figura 45).

Figura 44. Cambios en el glaciar Pan de Azúcar entre 2022 y 2024.



Fuente: Ideam. Imagen base: PlanetScope, 3 de marzo de 2024.

Figura 45. Adelgazamiento del hielo en la parte media del glaciar Pan de Azúcar.

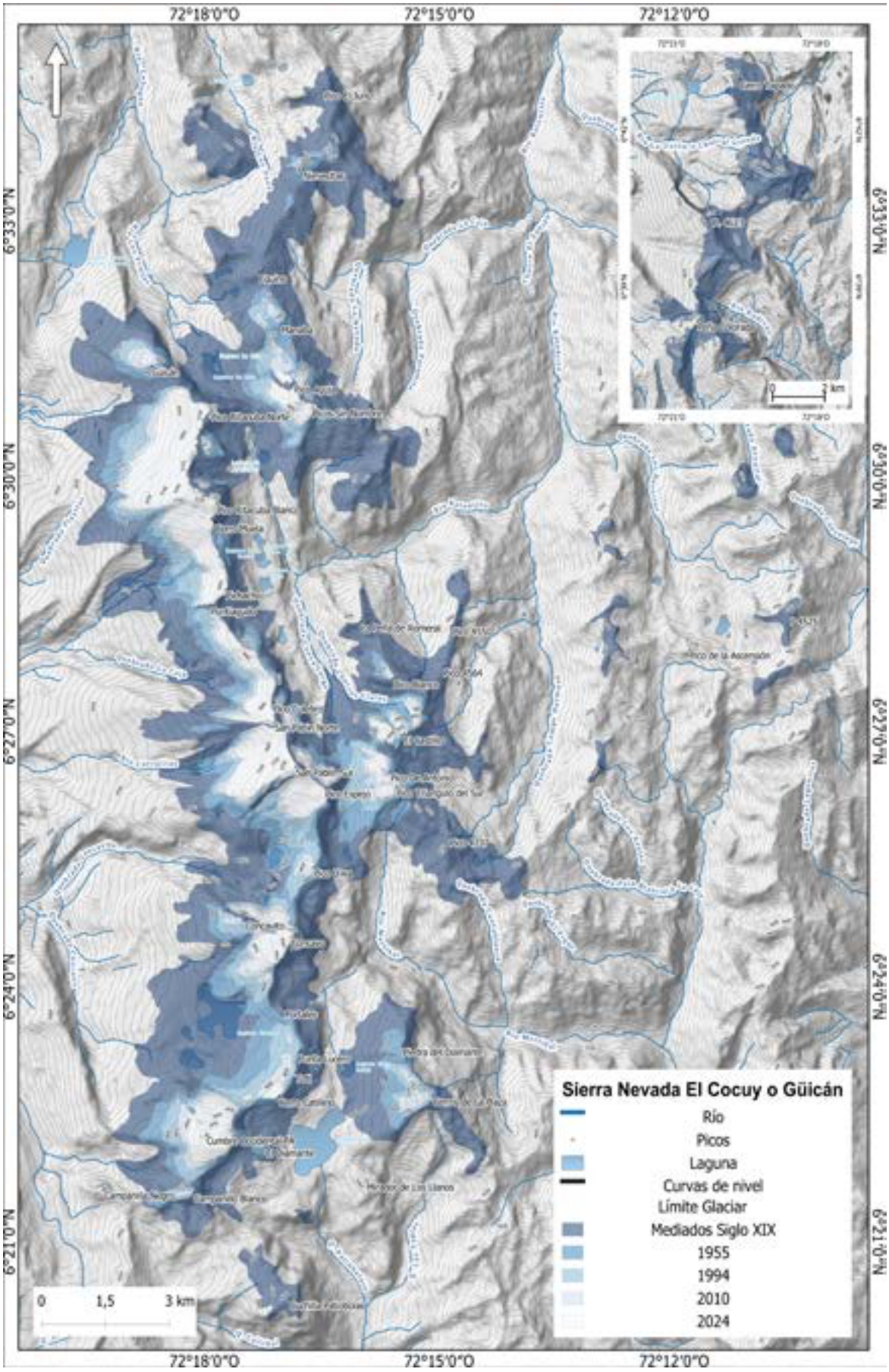


Fuente: Ideam. Autor fotografía: © Jorge Luis Ceballos (2024).

El análisis del cambio de área en rangos altitudinales realizado con el DEM de SRTM 30 reveló que el 88,82 % de las pérdidas registradas se encuentran en elevaciones inferiores a los 5.000 m s. n. m.

Finalmente, en la figura 46 se muestra la evolución de la cobertura glaciar de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán desde mediados del siglo XIX hasta 2024.

Figura 46. Evolución del área glaciar de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán desde mediados del siglo XIX a 2024.



Fuente: Ideam

2. El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar y el impacto del ENOS 2023-2024

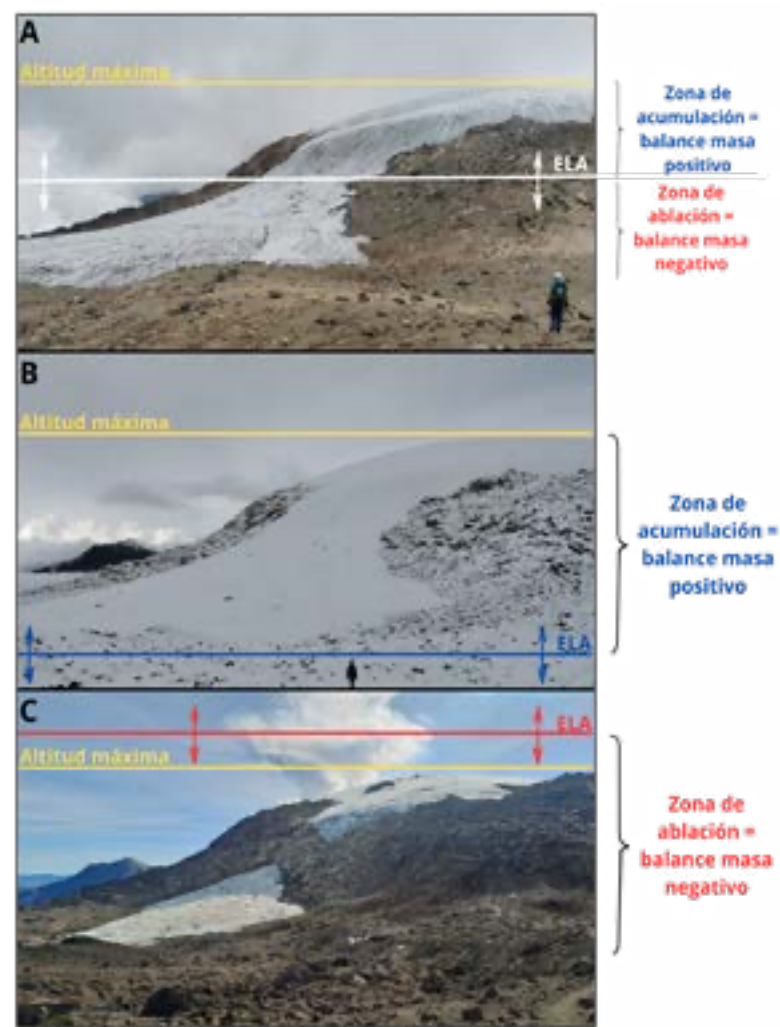
El Balance de Masa (BM) es un indicador ambiental que explica el comportamiento de un glaciar. Se puede asociar a la dinámica del clima y se calcula en 130 glaciares del planeta (WGMS, 2024) para conocer el ritmo e intensidad del cambio climático. Consiste en estimar cuánta masa gana o pierde un glaciar durante un tiempo determinado y, básicamente, corresponde a la sumatoria de la acumulación (ganancia de masa) y de la ablación glaciar (pérdida de masa), lo cual se relaciona con el comportamiento de la atmósfera circundante.

Los glaciares ganan masa principalmente a través de las nevadas (valores positivos) y la pierden mayoritariamente por el derretimiento del hielo (valores negativos). Los valores iguales a cero indican un equilibrio en el balance de masa glaciar. Este se expresa en milímetros equivalentes de agua (mm. e.a.), una unidad asociada a un volumen equivalente de agua líquida. El método utilizado en Colombia por el Ideam es el directo (para mayor información, consultar el capítulo 6).

Una de las variables más relevantes en el balance de masa glaciológico es la Línea de Equilibrio Altitudinal (ELA, por sus siglas en inglés), la cual representa el punto altitudinal donde el balance entre la acumulación y la ablación es igual a cero (Cogley et al., 2011; Rivera et al., 2016; Ceballos et al., 2024). Esta línea puede asociarse con la isoterma de 0°C o punto de congelamiento (Rabatel et al., 2013) y fluctúa altitudinalmente en el tiempo en función de las condiciones de precipitación y temperatura (Vuille et al., 2008).

Existen tres escenarios principales de comportamiento de la ELA, como se muestra en la figura 47. En el escenario A) la ELA se ubica en la parte media del glaciar. Esto implica que las zonas por encima de esta línea ganan masa (acumulación), mientras que las zonas por debajo pierden masa (ablación). En el escenario B) la ELA desciende (debido al aumento de la precipitación y a la disminución de la temperatura) y se sitúa por debajo del límite inferior del glaciar. En este caso, toda la superficie glaciar (desde la altitud máxima hasta el borde inferior) se encuentra en zona de acumulación, lo que indica una ganancia de masa en su totalidad. En el escenario C) la ELA se eleva por encima de la altitud máxima del glaciar (como resultado del aumento de la temperatura y de la disminución de la precipitación). Esto significa que todo el glaciar está en zona de ablación, es decir, está perdiendo masa por completo.

Figura 47. Dinámica de la Línea de Equilibrio Altitudinal.



Fuente: Ideam

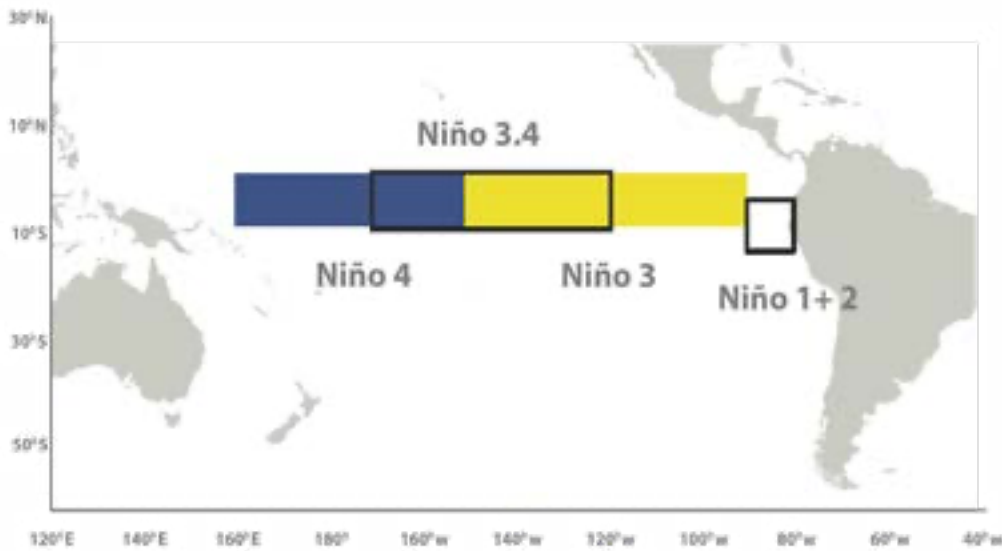
Los escenarios mencionados anteriormente son ejemplos de cómo la ELA puede comportarse y no representan la dinámica estricta de los glaciares; sin embargo, ofrecen un mejor entendimiento de las zonas de acumulación y ablación del balance de masa glaciar.

De acuerdo con Rabatel et al. (2013), Vuille et al. (2008) y Francou et al. (2013), el balance de masa de un glaciar, así como la dinámica de la ELA, pueden verse influenciados por el fenómeno de El Niño, lo que provoca una disminución en las precipitaciones y, por ende, reduce la acumulación de nieve (ganancia de masa). Al mismo tiempo, se incrementa la temperatura atmosférica, favoreciendo así la ablación (pérdida de masa).

El fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) es un fenómeno oceánico-atmosférico de variabilidad climática interanual que se desarrolla en la franja tropical del océano Pacífico (CIIFEN, s.f.; Montealegre, 2007). El Niño y su fase opuesta, La Niña, son componentes oceánicos del ENOS, caracterizados principalmente por el cambio en las condiciones de temperatura superficial del océano (Montealegre, 2014). Por otro lado, la Oscilación del Sur es el componente atmosférico del ENOS, caracterizado por un intercambio de presiones entre el Pacífico Sur y el Océano Índico (CIIFEN, s.f.).

El seguimiento al ENOS se realiza en las regiones del océano Pacífico tropical que se muestran en la figura 48. En estas áreas, se registran las variables de temperatura superficial y subsuperficial del océano, así como la radiación y las presiones atmosféricas. El monitoreo de estas variables permite la estimación de las Anomalías de la Temperatura Superficial del Mar (TSM, en adelante) y de índices como el Índice Oceánico El Niño (ONI, por sus siglas en inglés). Estos índices permiten clasificar las condiciones del sistema ENOS en tres estados principales: fase neutra, **fase cálida o El Niño** (calentamiento extremo), y **fase fría o La Niña** (enfriamiento extremo).

Figura 48. Regiones del ENOS.



Fuente: Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno El Niño (s.f.).

Las anomalías se definen como la diferencia entre un valor promedio mensual y su promedio climatológico (Montealegre, 2007; 2014). El Índice Oceánico (ONI) se calcula mediante la media móvil de tres meses de anomalías de la temperatura superficial del mar en la región El Niño 3.4 (NOAA, 2025).

Si el índice de anomalía de la temperatura superficial del mar (TSM) es igual o superior a **+0,5 °C** durante un período continuo de al menos tres meses, se consideran presentes **condiciones de calentamiento**, correspondientes a la **fase de El Niño**. Si el índice se mantiene dentro del rango de **−0,5 °C** a **+0,5 °C** durante el mismo intervalo, se interpreta como una fase de **condiciones neutrales**. Por último, si la anomalía de TSM es igual o inferior a **−0,5 °C** durante más de tres meses, se reconocen **condiciones de enfriamiento**, asociadas a la **fase de La Niña**. Finalmente, si las condiciones de calentamiento o enfriamiento se mantienen durante cinco o más meses, se considera entonces la influencia de un Fenómeno El Niño o Fenómeno La Niña.

El fenómeno ENOS presenta tres fases: Neutra, El Niño y La Niña. Durante la **fase Neutra**, los vientos alisios desplazan aguas cálidas desde las costas de Colombia, Ecuador y Perú hacia el oeste del Pacífico, lo que permite el afloramiento de aguas frías y ricas en nutrientes en la costa suramericana. Esto genera lluvias en Australia, sequía en Perú y no tiene mayor influencia en Colombia.

En la fase de **El Niño**, los vientos alisios se debilitan, lo que impide el afloramiento de aguas frías. Como resultado, la temperatura superficial del océano Pacífico tropical aumenta, generando lluvias en Perú, mientras que en Colombia se reducen las precipitaciones y se incrementa la temperatura, especialmente en las regiones Caribe y Andina (Montealegre, 2007; 2014).

Por el contrario, en la fase de **La Niña**, los alisios se intensifican, reforzando el transporte de aguas cálidas hacia el oeste y promoviendo una mayor surgencia de aguas frías. Esto ocasiona precipitaciones más intensas en Australia, sequías extremas en Perú y un aumento de las lluvias, junto con una disminución de la temperatura en Colombia (Montealegre, 2014).

De acuerdo con lo anterior, el Ideam analiza las condiciones ENOS y emite boletines mensuales de seguimiento aplicados al contexto nacional. Así, en la figura 49 se muestra el desarrollo temporal del fenómeno El Niño durante los años 2023 y 2024.

Figura 49. Cronología fenómeno El Niño 2023-2024.



Fuente: Ideam.

Finalmente, comprendido el concepto de balance de masa, el comportamiento de la ELA y la influencia del fenómeno de El Niño, a continuación, se presentan los resultados del indicador de balance de masa glaciológico correspondientes al ciclo hidrológico 2024 en los glaciares: El Hongo (Nevado Santa Isabel), Ritacuba Blanco (Sierra Nevada El Cocuy o Güicán) y Shimmer (Nevado del Tolima).

2.1 Glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel

Desde 2021, y ante el rápido escenario de extinción del glaciar Conejeras, en el cual se desarrolló un monitoreo de balance de masa durante 18 años y que se extinguió en marzo de 2024, el Ideam inició, de manera simultánea, el monitoreo del balance de masa del glaciar El Hongo, ubicado en el Nevado Santa Isabel, a 1 km al norte del Conejeras. A continuación, se presentan los resultados de este nuevo monitoreo.

Por cuarto año consecutivo, desde el inicio de las mediciones en junio de 2021, el glaciar El Hongo, ubicado en el Nevado Santa Isabel, presentó un balance de masa negativo (véase figura 50). Durante el ciclo hidrológico 2024 (del 3 de febrero de 2024 al 11 de febrero de 2025), el glaciar experimentó una pérdida de **5.638** milímetros equivalentes de agua (mm. e.a.), cifra que es 1.6 y 14 veces mayor que la pérdida registrada en los ciclos hidrológicos de 2023 y 2022, respectivamente.

Figura 50. Balance de masa anual, glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.



Fuente: Ideam.

La temporada seca de inicio de 2024 y la influencia del fenómeno El Niño 2023-2024 son responsables de esta pérdida de masa. Las condiciones de cielos despejados, una mayor radiación solar, el aumento de la temperatura y la disminución de las precipitaciones sobre el Nevado Santa Isabel incrementan la fusión de la escasa nieve acumulada y, posteriormente, la fusión del hielo.

El balance de masa del glaciar El Hongo durante el año 2024 se constituye como un hecho sin precedentes en la glaciología colombiana, posicionándose como la mayor pérdida de masa observada en un año. El récord previo lo registraba el glaciar Conejeras del Nevado Santa Isabel en 2015, cuando, durante el fuerte fenómeno El Niño 2015-2016, perdió 5.599 mm. e.a. (Ideam, 2019; 2020; 2021; 2022; 2023).



¿Qué es mm. e.a?

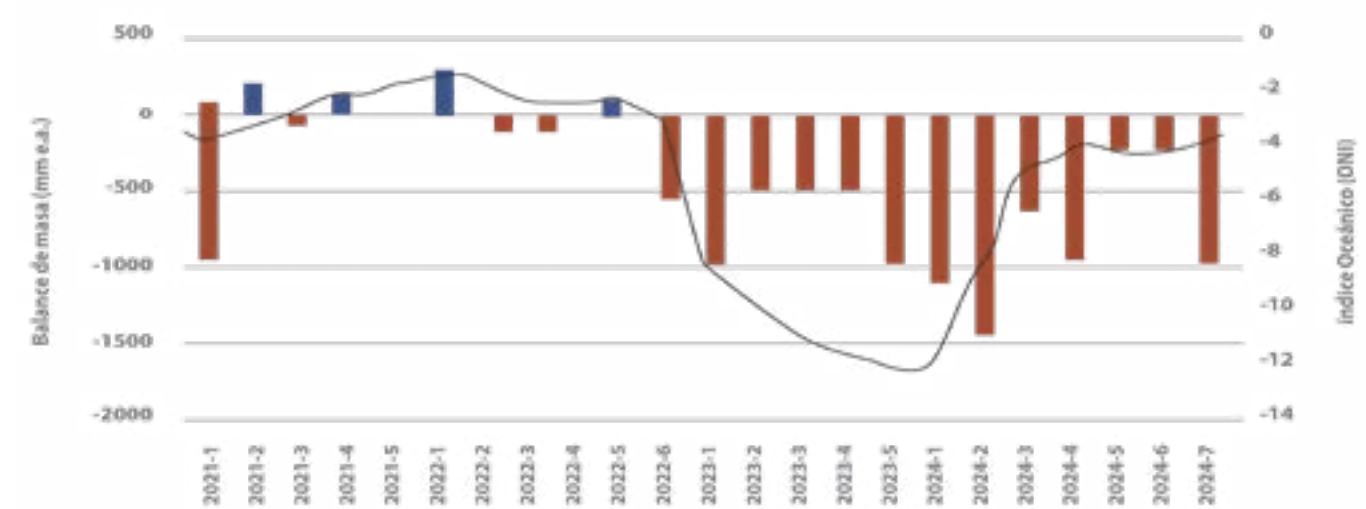
Es una medida que representa la cantidad de agua líquida (en kg) perdida o acumulada en cada m² de superficie glaciar en un período determinado (kg/m²).

Ejemplo: Un balance de masa de — 1000 mm. e.a. implica una pérdida de una columna de agua líquida de un metro (1000 mm) en cada metro cuadrado de área. Si el glaciar tiene una superficie de 1 km², esto significa que ha perdido un millón de m³ de agua.

En este contexto, el WGMS (2024) reporta que, durante el ciclo hidrológico 2024 y con corte al segundo semestre (aún sin finalizar el año hidrológico), el glaciar El Hongo registraba la mayor pérdida de masa glaciar a nivel mundial.

En la figura 51 se presenta el balance de masa del glaciar El Hongo correspondiente a cada una de las campañas de monitoreo intraanual, realizadas desde el inicio de las mediciones en junio de 2021 hasta el cierre del año hidrológico 2024, en febrero de 2025 (un total de 23 campañas). Asimismo, se incluye el Índice Oceánico de El Niño (ONI) correspondiente a las fechas de cada medición, con el fin de evidenciar la relación entre el fenómeno ENOS y su influencia en el balance de masa del glaciar.

Figura 51. Índice Oceánico (ONI) y balance de masa intraanual histórico del glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.



Fuente: Ideam.

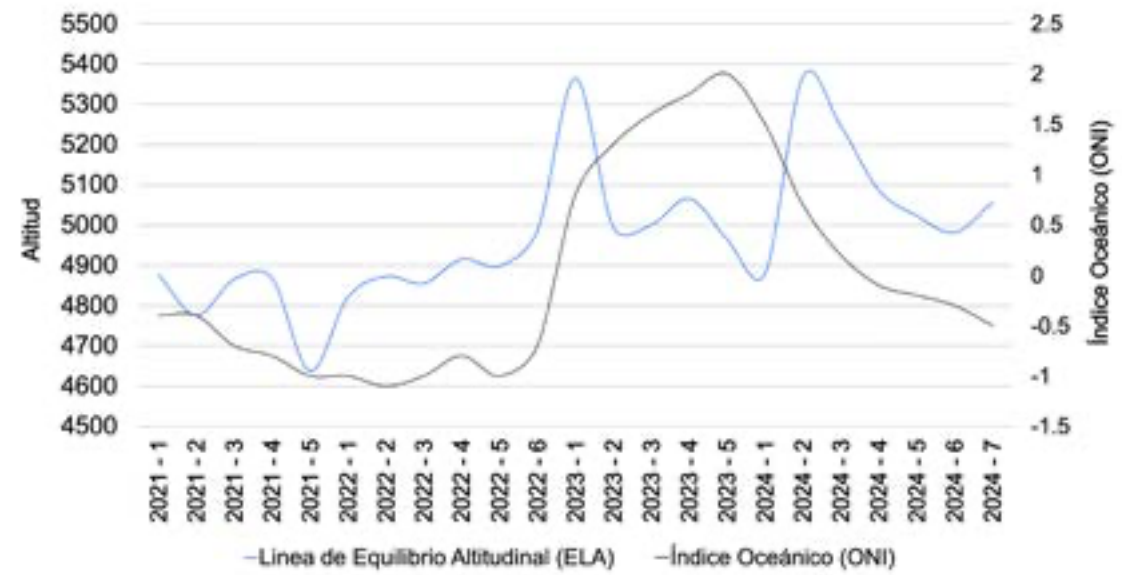
Durante el ciclo hidrológico 2024 se realizaron 7 campañas de monitoreo en campo, desde el punto de mayor influencia del fenómeno El Niño en el periodo entre diciembre 2023 a febrero 2024 (2023-5) las pérdidas del balance de masa aumentaron progresivamente hasta mayo de 2024 (2024-2) con un máximo de -953 mm.e.a. A partir de mayo, con la transición hacia condiciones neutrales del ENOS, se observó una rápida disminución en las pérdidas de masa glaciar. Sin embargo, una excepción a esta tendencia se presenta en las campañas 2024-4 y 2024-7, cuyos resultados reflejan los efectos de las temporadas de baja precipitación y el aumento de temperatura que caracterizan los periodos de mitad y final de año en la región Andina de Colombia.

Entre el inicio de las mediciones en junio de 2021 (campaña 2021-1) y noviembre de 2022 (campaña de campo 2022-5), se observó un balance de masa más estable, registrándose incluso ganancias de masa durante algunos periodos. Este comportamiento estuvo influenciado por el fenómeno La Niña 2021-2022; obsérvese los valores negativos del ONI durante este periodo. Se observa que, bajo condiciones ONI positivas (influencia del fenómeno El Niño), la ablación es un 53 % mayor en comparación con los periodos de ONI negativos (influencia del fenómeno La Niña). Mientras que, bajo condiciones de ONI positivas en comparación con condiciones neutrales, la pérdida de masa aumenta hasta un 83 %.

Los registros del ciclo hidrológico de 2024 indican que, durante el 85 % del año, el glaciar presentó pérdida de masa. Además, en el periodo de monitoreo comprendido entre 2021 y 2024, el glaciar ha experimentado pérdida de masa durante el 52 % del tiempo total registrado.

La figura 52 muestra el comportamiento de la ELA (línea azul) en relación con los valores del índice ONI (línea negra). Se observa una relación directa entre los valores positivos del ONI y la elevación de la línea de equilibrio altitudinal, mientras que los valores negativos o neutrales del ONI se asocian con líneas de equilibrio más bajas. Esta correspondencia indica que, durante eventos cálidos como El Niño, la ELA tiende a ubicarse a mayores altitudes, lo que favorece la pérdida de masa glaciar. Por el contrario, en condiciones frías o neutras, la ELA desciende, facilitando condiciones de ganancia o una menor pérdida de masa glaciar.

Figura 52. Índice Oceánico (ONI) y Línea de equilibrio altitudinal (ELA), glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel.



Fuente: Ideam.

Entre 2021 y 2024, el glaciar El Hongo presentó una reducción de espesor que varió entre 9,6 y 18,4 metros. En 2024, se registró la mayor pérdida, con valores de entre 7,2 y 10 metros, lo que evidencia una aceleración en el proceso de adelgazamiento glaciar.

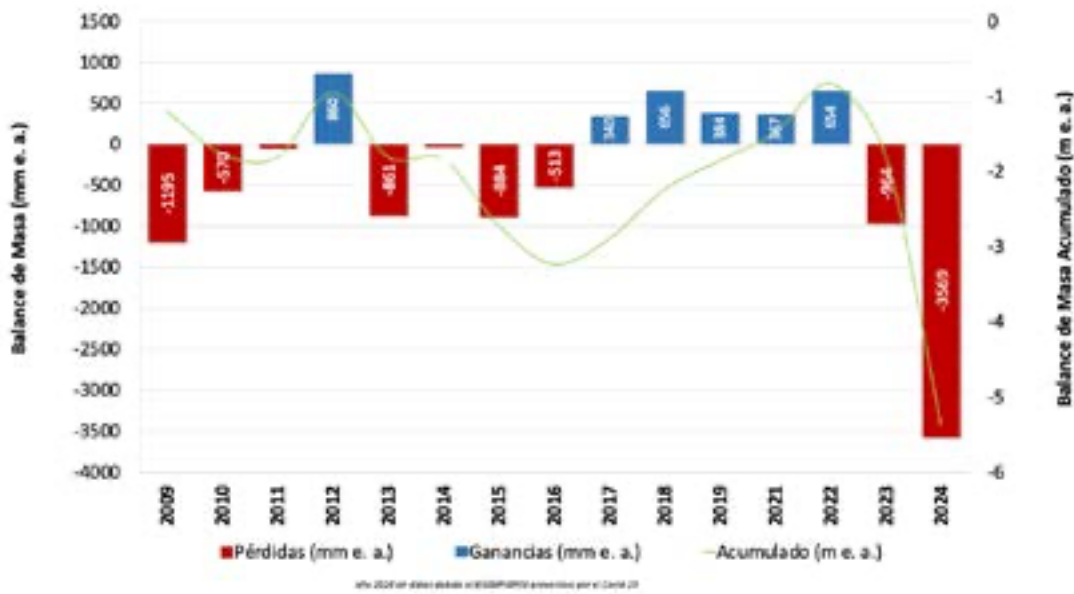
2.2 Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán

Durante el ciclo hidrológico 2024, comprendido entre el 7 de febrero de 2024 y el 17 de febrero de 2025, se realizaron un total de cinco campañas de campo en el glaciar Ritacuba Blanco, ubicado al norte de la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. Este glaciar registró una pérdida de **3.569** milímetros equivalentes de agua (mm. e.a.), lo que representa un incremento de 3,7 veces la pérdida de balance de masa registrada en 2023 (964 mm. e.a.).

La influencia del fenómeno El Niño 2023-2024, junto con las temporadas de baja precipitación y alta temperatura en la región Andina, ocasionó que durante el ciclo hidrológico 2024 se registrara una pérdida de masa histórica para este glaciar. Los datos recolectados en las campañas de campo muestran fuertes cambios en las condiciones de acumulación de nieve y en la pérdida de espesores de hielo. Por segundo año consecutivo, y tras seis años con balances de masa positivos (2017 a 2022), el glaciar presenta una pérdida de masa sin precedentes.

La figura 53 muestra el histórico de balance de masa anual, se observa que el año 2024 se posiciona como el año con el registro histórico de pérdida de masa en 16 años de monitoreo.

Figura 53. Balance de masa anual, glaciar Ritacuba blanco Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



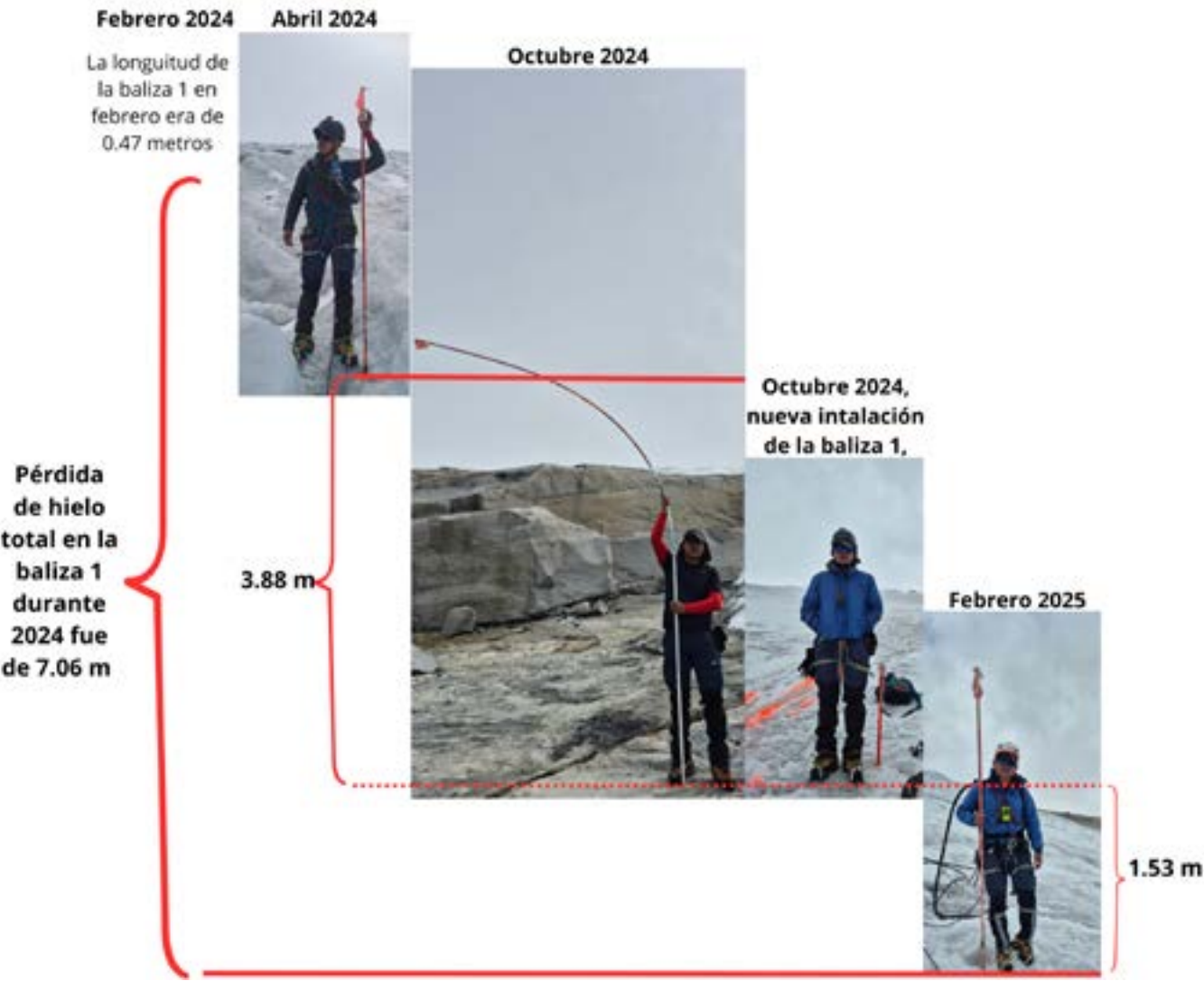
Fuente: Ideam.

Fotografía 18. Glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán. © Jorge Luis Ceballos (2017).

Con el propósito de contextualizar las significativas pérdidas en el balance de masa del ciclo hidrológico 2024, en las figuras 54 y 55 se observa el cambio en la superficie (espesor de hielo) en las balizas uno y nueve, ubicadas en el glaciar Ritacuba Blanco a altitudes de 4.869 y 5.093 m s. n. m., respectivamente.

En la baliza 1 (figura 54) se registró una reducción de hielo de 7,06 metros de espesor entre febrero de 2024 y febrero de 2025. Por su parte, en la baliza 9 (figura 55), el cambio de espesor fue de -4 metros entre diciembre de 2023 y febrero de 2025.

Figura 54. Cambios en la superficie del glaciar en la ubicación de la baliza 1, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam.

Figura 55. Cambios en la superficie del glaciar en la ubicación de la baliza 9, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán



Fuente: Ideam.

El resultado del cálculo del balance de masa intraanual permite relacionar cómo el glaciar responde a la influencia de eventos de variabilidad climática. En la figura 56 se muestra el registro histórico del balance de masa intraanual del glaciar Ritacuba Blanco, desde el año 2013 hasta 2024, así como los valores del Índice Oceánico (ONI) correspondientes a la fecha de cada una de las campañas de campo.

Entre 2013 y 2024, el Ideam ha monitoreado la influencia de tres fenómenos El Niño en el glaciar del Ritacuba Blanco.

- Fenómeno 2015-2016 de 14 meses de duración.
- Fenómeno 2018-2019 de 5 meses de duración.
- Fenómeno 2023-2024 de 7 meses de duración.

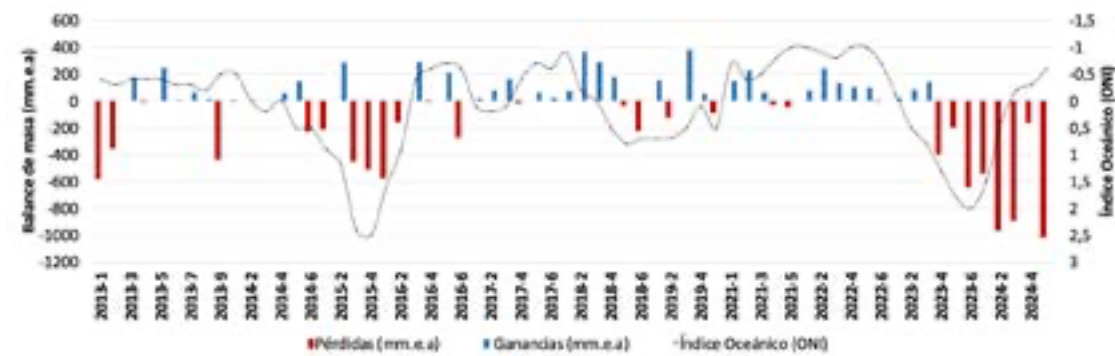
El análisis permite afirmar que existe una correlación directa entre los valores positivos del índice ONI del fenómeno ENOS y las mayores pérdidas de masa glaciar. Asimismo, se observa una relación directa entre los valores negativos del ONI y la ganancia de masa glaciar.

Durante las condiciones cálidas del fenómeno El Niño ($ONI \geq 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), la pérdida de masa (nieve y hielo) se multiplica por 2,4 (244 %) en comparación con la pérdida de masa en condiciones neutrales. Así, en promedio, por cada 3,8 mm. e.a de pérdida de masa se acumula 1 mm. e.a; mientras que en condiciones neutrales, por cada 1,9 mm. e.a de pérdida de masa, se acumula 1 mm.e.a.

Durante las fases frías del fenómeno El Niño ($ONI \leq -0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), las ganancias de masa (nieve y hielo) aumentan en un 83 % en comparación con las condiciones neutrales del ONI. Sin embargo, estas ganancias corresponden principalmente a nieve, la cual tiene una densidad significativamente menor que la del hielo. Por ello, la masa efectiva ganada es relativamente baja. Además, se requiere un proceso prolongado de compactación y temperaturas por debajo de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante varios meses para que esta nieve se transforme primero en neviza y, posteriormente, en hielo.

Durante el evento El Niño 2023-2024 (7 meses), el glaciar registró una pérdida de masa de 2.737 mm de equivalente de agua por año (mm. e.a.), superando la pérdida observada durante el evento El Niño 2015-2016 (14 meses), que fue de 2.129 mm. e.a.

Figura 56. Balance de masa intraanual y valores ONI, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.

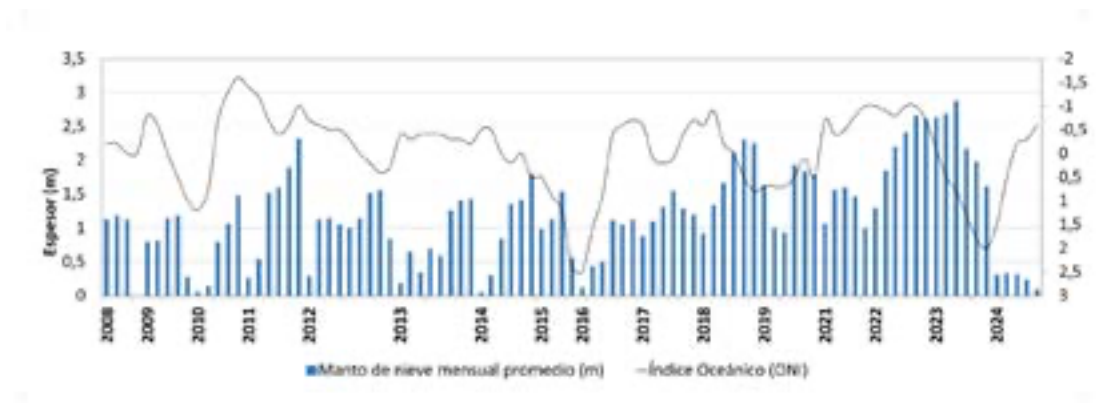


Fuente: Ideam.

La figura 57 muestra la relación entre la acumulación de nieve en el glaciar y el Índice Oceanico de El Niño (ONI). Se evidencia que, durante las fases positivas del ONI (asociadas al fenómeno de El Niño), la acumulación de nieve registrada en campo tiende a disminuir. Por el contrario, en las fases negativas del ONI (relacionadas con el fenómeno de La Niña), la acumulación de nieve aumenta.

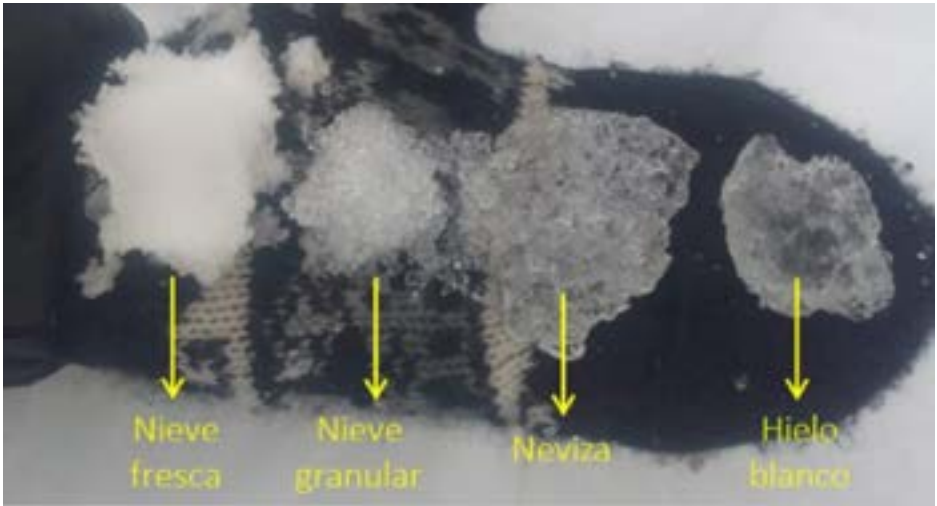
Durante el evento La Niña 2021-2022, se registraron espesores promedio de nieve de 1,7 metros sobre la superficie del glaciar. Esta nieve acumulada experimentó una rápida compactación, formando capas más densas de nieve y neviza, como se ilustra en la figura 58.

Figura 57. Promedio de acumulación de nieve medida en cada campaña de campo, glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam.

Figura 58. Compactación de la nieve en la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán.



Fuente: © Jorge Luis Ceballos (2019).

Esta nueva capa de nieve refleja la energía solar, lo cual limita la energía disponible para que el glaciar se funda. Como resultado, los balances de masa correspondientes a los años 2021 y 2022 fueron positivos, con valores de 367 y 654 mm. e.a., respectivamente.

El máximo espesor de nieve acumulada se alcanzó durante la medición 2023-3, realizada el 9 de agosto de ese año, con un promedio de 2,88 metros (véase figura 57). En ese momento, ya se observaban condiciones de calentamiento, aunque aún no se había establecido un evento de El Niño, como se muestra en la cronología del ENOS (figura 49). A pesar de ello, los balances de masa registrados entre las campañas 2023-1 y 2023-3 continuaron siendo positivos.

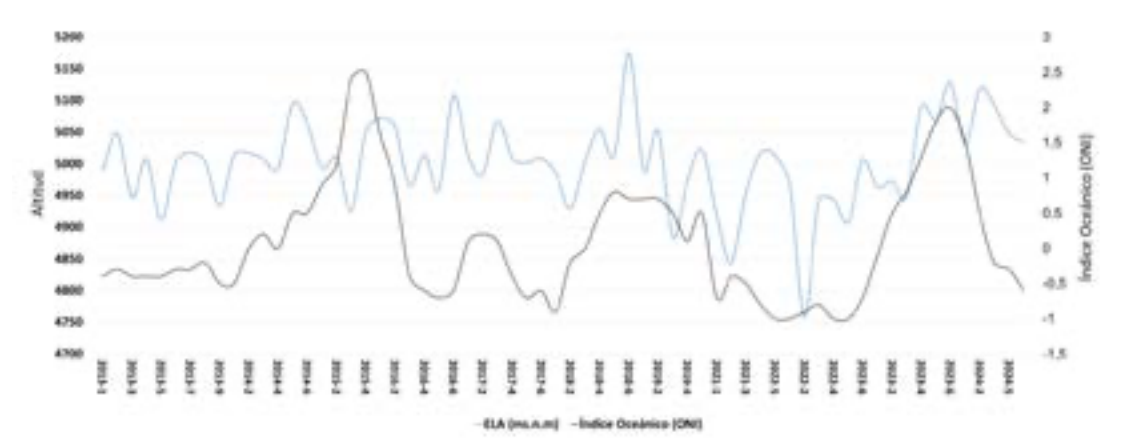
Posteriormente, tras la campaña 2023-3 y con la consolidación del fenómeno El Niño, la nieve acumulada comenzó a fundirse (figura 57), al tiempo que los balances de masa intraanuales evidenciaron un aumento en la pérdida glaciar (figura 56). Esta dinámica reafirma la relación inversa entre la acumulación de nieve y la fusión glaciar: una menor acumulación de nieve implica un mayor derretimiento o ablación glaciar.

El aumento de la temperatura, la intensificación de la radiación solar y la reducción de las precipitaciones (condiciones típicas durante El Niño) ocasionaron una disminución progresiva del espesor de la nieve desde noviembre de 2023 hasta la medición de febrero de 2025 (medición 2024-5), en la cual se registró un promedio de tan solo 9 cm de nieve.

Tras el debilitamiento de El Niño en mayo de 2024 y el retorno a condiciones neutrales en agosto del mismo año, los balances de masa comenzaron a responder principalmente a la dinámica de la precipitación local. Se registró una disminución en la ablación durante la temporada de lluvias, que abarca de agosto a noviembre, período correspondiente a la cuarta medición de 2024 (en la gráfica 2024-4). Asimismo, se observó una intensificación de la fusión glaciar en la estación seca, que va de diciembre de 2024 a febrero de 2025, lo que marca el cierre del ciclo hidrológico 2024 con la medición 2024-5.

Finalmente, en la figura 59 se muestra la correlación entre la Línea de Equilibrio Altitudinal (ELA) y los valores del Índice Oceánico (ONI). La ELA aumenta altitudinalmente con valores positivos de ONI y disminuye con valores negativos. Esta dinámica está asociada a que, con temperaturas más altas, como las del fenómeno El Niño, el glaciar pierde más masa; por ende, su zona de ablación aumenta y su área de acumulación disminuye.

Figura 59. Índice Oceánico (ONI) y Línea de equilibrio altitudinal (ELA), glaciar Ritacuba Blanco, Sierra Nevada El Cocuy o Güicán.



Fuente: Ideam.

2.3 Glaciar Shimmer, Nevado del Tolima

El ejercicio de ciencia ciudadana llevado a cabo entre la Red de Monitoreo Participativo del Volcán Nevado del Tolima y el Ideam permitió presentar al país el balance de masa correspondiente al año hidrológico 2024 del glaciar Shimmer, ubicado en el costado noroccidental del Nevado del Tolima. Este período comprendió desde el 16 de enero de 2024 hasta el 3 de marzo de 2025; el glaciar registró una pérdida de **4.012 mm. e.a.**, como se observa en la figura 60.

A lo largo del año hidrológico 2024, se realizaron cuatro campañas de campo en las cuales participaron seis miembros de la Red de Monitoreo del Nevado del Tolima y un contratista del Ideam.

Figura 60. Balance de masa anual, glaciar Shimmer, Nevado del Tolima.

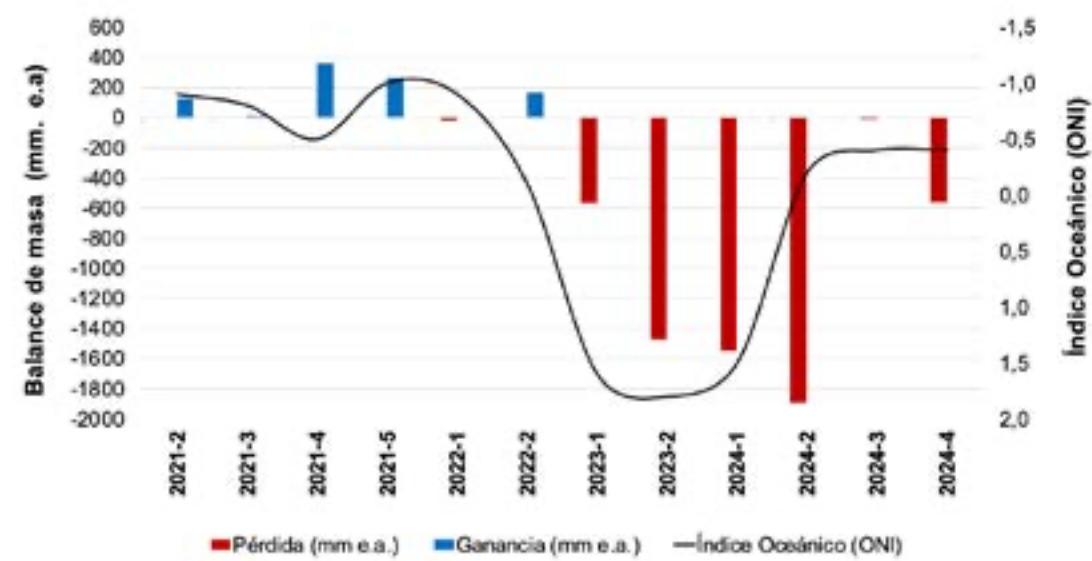


Fuente: Ideam.

La pérdida de masa se evidencia tanto en el derretimiento de la nieve acumulada durante el fenómeno de La Niña 2021-2022 (Ceballos et al., 2024) como en el adelgazamiento progresivo del hielo. Según los datos recolectados en campo, durante el año hidrológico 2024, el espesor del glaciar se redujo entre 3,7 y 5,5 metros. Desde el inicio de las mediciones en febrero de 2021, el espesor total del glaciar ha disminuido entre 5,7 y 9,1 metros.

En la figura 61 se muestra el balance de masa intraanual del glaciar Shimmer y el valor del índice oceánico ONI en la fecha del monitoreo. A pesar de que la serie de datos aún es de un tamaño pequeño, en el balance de masa se logra identificar, al igual que en los glaciares El Hongo y Ritacuba Blanco, la relación entre valores altos de pérdida de masa y valores positivos del ONI, así como la ganancia o acumulación de masa y los valores negativos del ONI. Sin embargo, es necesario obtener más datos interanuales para estimar con precisión esta relación.

Figura 61. Balance de masa intraanual, glaciar Shimmer, Nevado del Tolima.



Fuente: Ideam.

Durante septiembre de 2024, se realizó el levantamiento topográfico del glaciar Shimmer. Esta actividad contó con la cooperación interinstitucional de la Red de Monitoreo Nevado del Tolima, el Ideam y el Parque Nacional Natural Los Nevados. En la fotografía 21 se muestra parte del equipo, conformado en su mayoría por mujeres apasionadas por la ciencia y el estudio de los glaciares. Durante este ejercicio, se adquirió información base para la obtención de productos como el Modelo Digital de Elevación, la evolución del área glaciar y la fotogrametría.



Fotografía 20. Equipo interdisciplinario. © Andrés Cruz (2024). De izquierda a derecha: Katherine Parra (Red), Valentina Giraldo (PNNN) y Paula Ángel (Red).

2.4 Análisis del balance de masa de los glaciares colombianos vs. glaciares tropicales del mundo

Al comparar los balances de masa registrados en los glaciares colombianos con aquellos observados en otros glaciares tropicales de países como Ecuador, Perú y Kenia, se evidencia que Colombia presenta pérdidas de masa de varios órdenes de magnitud superiores. Esta diferencia reafirma la alta vulnerabilidad y sensibilidad de la criósfera colombiana frente al cambio climático y a los fenómenos de variabilidad climática. En la tabla 4 se presentan los valores comparativos de balance de masa para algunos glaciares tropicales.

Tabla 4. Balance de masa de Colombia vs glaciares tropicales

Balance de masa anual (mm.e.a)			
País — Glaciar	Año hidrológico		
	2022	2023	2024
Colombia — Conejeras ⁽¹⁾	-2.434	-5.041	Extinto
Colombia — El Hongo ⁽¹⁾	-381	-3.400	-5.638
Colombia — Ritacuba Blanco ⁽¹⁾	654	-964	-3.569
Colombia — Shimmer ⁽¹⁾	148	-2045	-4.012
Colombia — Shimmer ⁽²⁾	-9.73	-1.035	-491
Perú — Artesonraju ⁽²⁾	-697	-525	-868
Perú— Yanamarey ⁽¹⁾	-646	-881	-1.345
Kenia — Monte Kenia ⁽³⁾	-0,63 (2004-2010) *		

Fuentes: (1) Ideam, (2) WGMS (2024), (3) Prinz et al., (2011).

*Nota: Valor promedio de balance de masa en mm. e.a al año entre 2004 y 2010.

Por su parte, Dussaillant et al. (2025) estiman una pérdida promedio de masa de $-0,51 \pm 0,48$ mm·e.a. por año para los glaciares tropicales, ubicados entre las latitudes 30°N y 30°S, durante la última década. En comparación, Zemp et al. (2019) reportan una pérdida media de $1,03 \pm 0,83$ mm·e.a. por año, mientras que Hugonnet et al. (2021) estiman una pérdida de $0,53 \pm 0,11$ mm·e.a. por año.

Estas discrepancias en las estimaciones anteriores, obtenidas mediante técnicas remotas, evidencian la importancia del monitoreo in situ desarrollado por el Ideam en los glaciares colombianos. Este tipo de monitoreo sigue siendo clave, especialmente en contextos tan complejos como el de los glaciares tropicales, en los que el pequeño tamaño de las áreas, la topografía montañosa y abrupta, y una limitada disponibilidad de datos hidroclimatológicos refuerzan la necesidad de mantener y ampliar las redes de observación de alta resolución en los glaciares.

La pérdida de masa glaciar se traduce en aportes hídricos a las cuencas de alta montaña. Pese a que el Ideam (2012) indica que los glaciares colombianos contribuyen con tan solo entre el 3 % y el 5 % del caudal total de dichas cuencas, existe una creciente preocupación por su papel estratégico durante las temporadas secas. De acuerdo con Caro et al. (2025), algunos glaciares del país, como los de la Sierra Nevada de Santa Marta, alcanzarían su pico hídrico (el punto de máximo aporte de agua líquida a las cuencas) entre los años 2020 y 2028, con caudales estimados de hasta $0,3 \text{ m}^3/\text{s}$. A partir de ese punto, se espera una disminución progresiva en sus aportes, lo que podría afectar significativamente el abastecimiento de agua a los sistemas hídricos de alta montaña (Frans et al., 2015; Polk et al., 2017).

Finalmente, si las tendencias de pérdida de masa glaciar observadas en las últimas décadas persisten, los glaciares colombianos enfrentan un escenario inminente de extinción hacia mediados del siglo XXI. Esta desaparición sería consecuencia, principalmente, del aumento sostenido de la temperatura atmosférica (Marzeion et al., 2014; Vuille et al., 2018) y de la reducción progresiva de la cobertura de nieve (Hock et al., 2019). Incluso bajo el escenario más optimista de cambio climático, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2021) advierte que la estabilización de la temperatura atmosférica podría tardar entre 20 y 30 años, un período demasiado prolongado para permitir la conservación de los nevados colombianos.



Fotografía 22. Nevado del Tolima.
©Cristhian Hurtado (2025).

3. ¿Cómo se monitorean los glaciares en Colombia?

En los informes anuales sobre el estado de los glaciares colombianos se incorporan innovaciones en cada edición, complementando la información técnica de los indicadores ambientales del monitoreo glaciar con temas de interés general. Un ejemplo de ello es el presente informe, que explica cómo el Ideam utiliza métodos, técnicas y procedimientos glaciológicos para obtener datos e información sobre este tema.

3.1 Balance de masa por método directo: ir a campo y recorrer el glaciar tomando datos



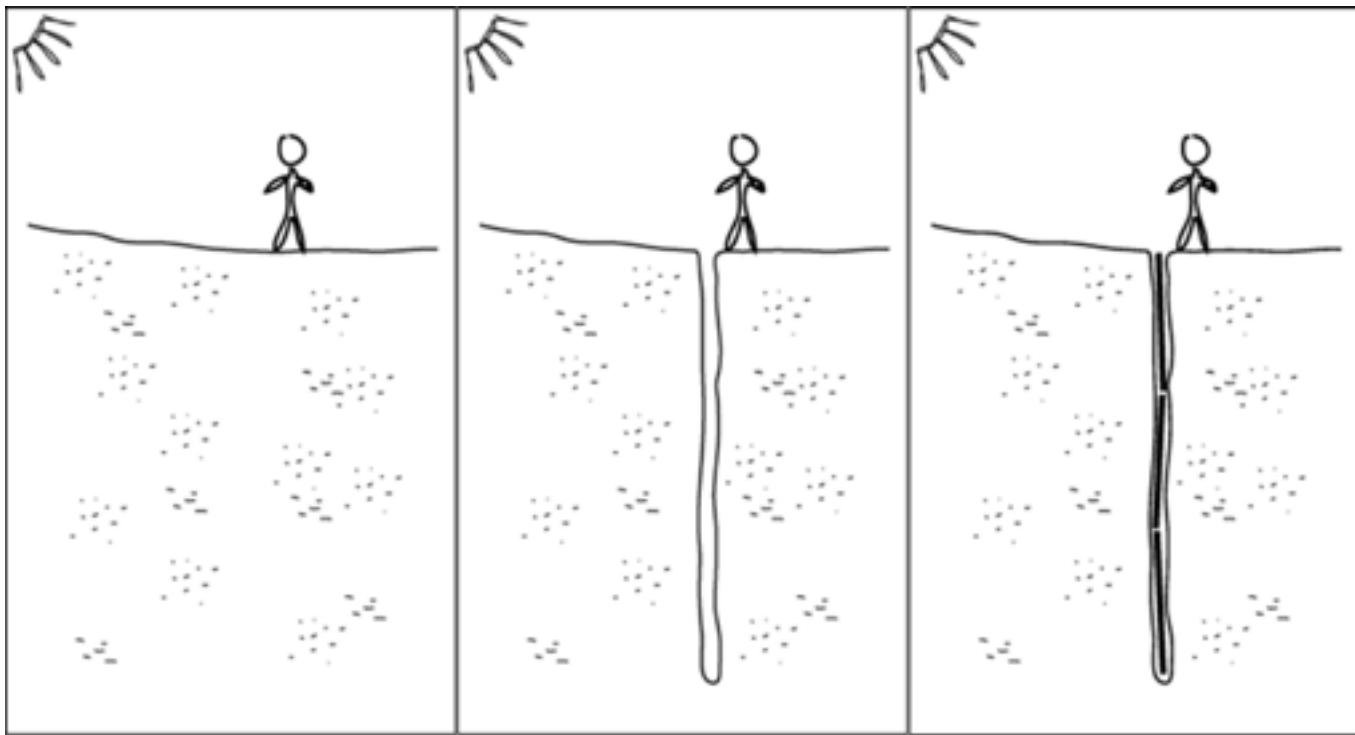
El balance de masa glaciar permite estimar el cambio de masa (ganancia o pérdida de nieve y hielo) de un glaciar durante un período determinado. Cogley, (2011), Francou et al., (2015). Este período es definido por los investigadores de acuerdo con la dinámica del glaciar, su tamaño, las condiciones climáticas y los recursos de la entidad. El balance de masa puede determinarse a través del método glaciológico, que se basa en mediciones realizadas directamente sobre la superficie del glaciar, utilizando instrumentos y recorriendo a pie diferentes zonas del glaciar para obtener datos cuantitativos. Estos datos, tras un análisis matemático, permiten comprender, no solo la evolución del glaciar en el tiempo y en el espacio, sino también, y muy importante, su relación con la atmósfera; es decir, en última instancia, su vinculación con el clima y su cambio. Cualquier alteración en los elementos del clima (temperatura, precipitación, radiación solar, humedad relativa, nubosidad o viento) es percibida por el glaciar, que responde de dos maneras: o pierde o gana masa.

A nivel global, esta metodología se aplica en 130 glaciares (WGMS, 2024), generando series de datos fundamentales para el monitoreo de la criósfera y, así, conocer la intensidad del actual cambio climático. En Colombia, como se expuso en el capítulo dos, el método glaciológico se utiliza en los glaciares Nevado Santa Isabel, en el sector El Hongo; en la Sierra Nevada El Cocuy o Güicán, en el sector Ritacuba Blanco; y en el Nevado del Tolima, en el sector Shimmer. La recolección de datos y los análisis realizados deben representar las condiciones a una escala regional. Es decir, los datos obtenidos de un glaciar deben poder representar la dinámica de otros glaciares en la región. En el caso colombiano, el glaciar Ritacuba Blanco representa las condiciones de 19 glaciares ubicados en la Sierra Nevada del Cocuy o Guicán. Asimismo, los datos del glaciar El Hongo y del glaciar Shimmer, ambos situados en el Parque Nacional Los Nevados, buscan representar la dinámica de la alta montaña de la cordillera Central colombiana.

La selección del glaciar es clave en el monitoreo; se deben evitar glaciares con altas pendientes, muy agrietados, con riesgos de avalanchas, alejados y de difícil acceso. Es importante tener presente que el objetivo es científico; no se busca realizar un primer ascenso ni acceder por la ruta más difícil, tampoco se pretende llevar a cabo la escalada más técnica. El objetivo es exclusivamente la recolección de datos glaciológicos de manera frecuente y segura.

Los instrumentos para obtener datos numéricos y calcular el balance de masa son tubos de plástico llamados balizas o estacas, que se entierran verticalmente en el hielo a varios metros de profundidad (generalmente entre 6 y 8 metros), como se muestra en la figura 62. Así, la baliza sirve como instrumento para medir cómo y cuánto cambia (en centímetros o metros) la superficie del glaciar.

Figura 62. Vista frontal instalación de baliza de ablación.



Fuente: WGMS (2024).

La perforación del hielo para insertar la baliza en el hielo se realiza mediante una perforadora a vapor de agua caliente, en la figura 63 se muestra parte del proceso de instalación.

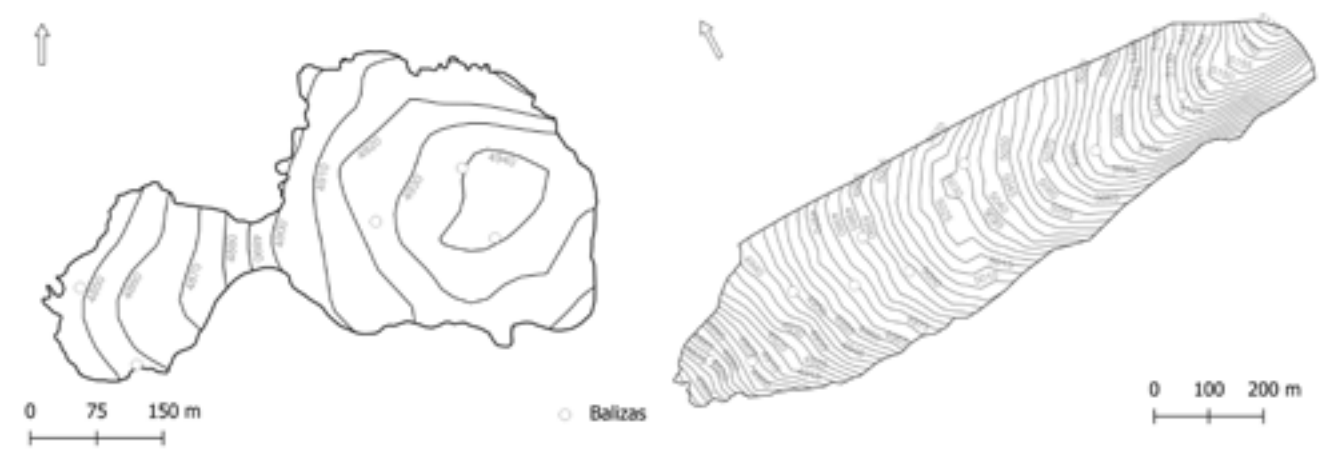
Figura 63. Perforación e instalación de baliza.



Fuente: Ideam. Autor fotografías: © Andrés Cruz (2024).

Como los glaciares ecuatoriales cambian su comportamiento con la altitud, se deben instalar varias estacas a diferentes altitudes, conformando una red de balizas de ablación y acumulación. La distribución de las balizas en la superficie del glaciar depende del objetivo de la investigación y puede variar desde una hasta cientos. En la figura 63 se muestra la distribución de balizas en los glaciares de Colombia.

Figura 64. Redes de baliza en los glaciares de Colombia. De izquierda a derecha: Glaciar Conejeras y Ritacuba Blanco.



Fuente: Ideam.

Periódicamente, los científicos regresan al glaciar con el objetivo de realizar mediciones de las balizas y registrar los datos de emergencia, acumulación y densidad de la nieve, tal como se muestra en la figura 65.

Figura 65. De izquierda a derecha. Medición de emergencia, medición acumulación nieve y estimación de densidad de la nieve.



Fuente: Ideam.

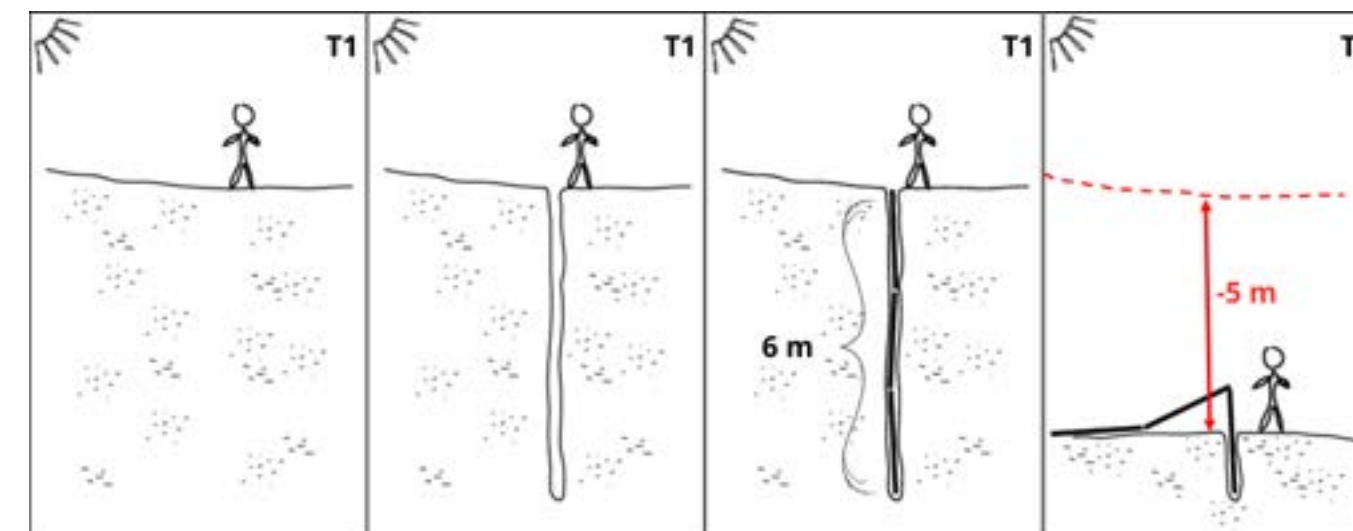
Finalmente, para el cálculo de balance de masa se requiere el registro de datos de dos momentos temporales diferentes y puede simplificarse de la siguiente manera.

$$Bm = (\text{Cambio de hielo} * \text{densidad hielo}) + (\text{Cambio de la nieve})$$

Realicemos un ejercicio práctico, que nos permita entender de mejor manera la estimación del balance de masa.

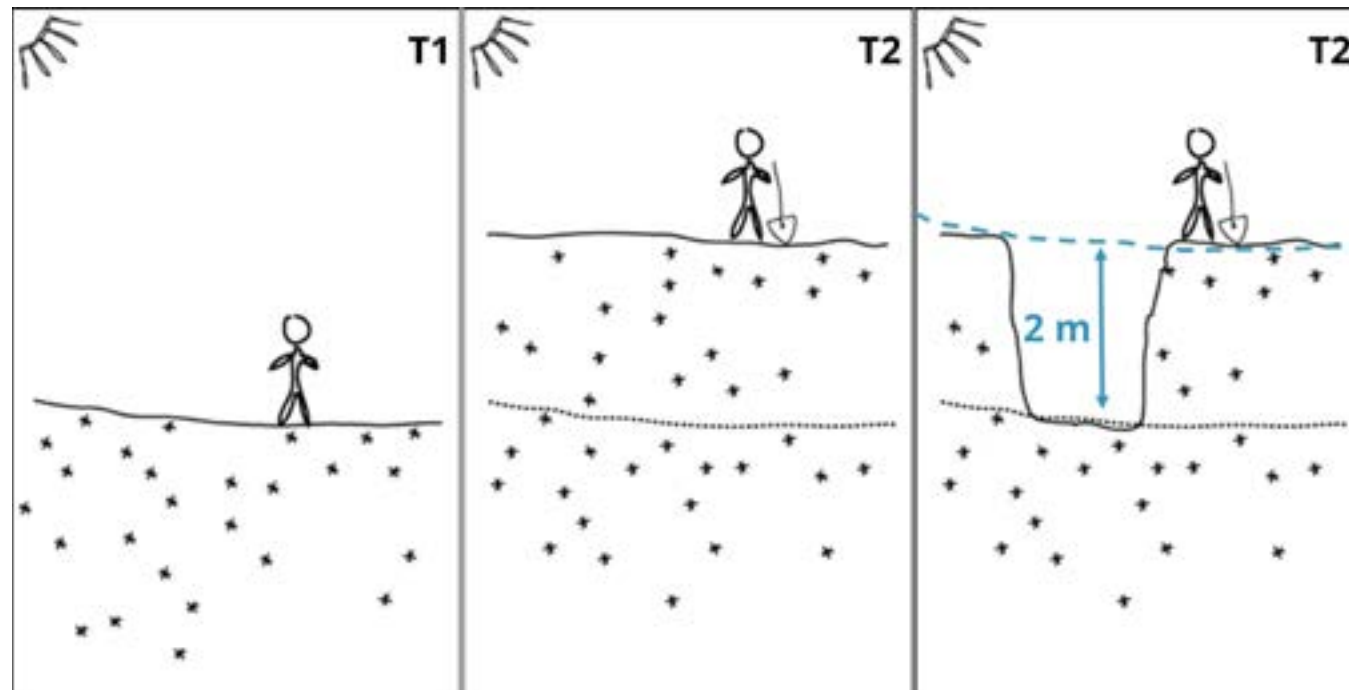
En la figura 66 se observa que el hielo presentó un derretimiento de 5 metros entre la campaña de instalación (T1) y la campaña de monitoreo (T2). Por otra parte, en la figura 67, observamos que la cobertura de nieve sobre el glaciar aumentó 2 metros entre T1 y T2.

Figura 66. Cambio en el espesor de hielo.



Fuente: WGMS.

Figura 67. Cambios en la acumulación de nieve.



Fuente: WGMS.

Para el ejercicio presentado, se toma el escenario de derretimiento de hielo y acumulación de nieve. De esta manera, el cálculo del balance de masa se podría estimar reemplazando los valores en la ecuación.

$$Bm = (-5m \cdot 900 \text{ kg/m}^3) + 2m \cdot 0,4$$

$$Bm = 3,7 \text{ m e.a (metros equivalentes del agua)}$$

El cálculo de balance de masa es de 3,7 m. e.a, lo que representa una pérdida de 3,7 toneladas de agua líquida por cada metro cuadrado de glaciar.

3.2 Área y cambio de cobertura glaciar

3.1.1 ¿Que son las imágenes satelitales?

Las imágenes satelitales son representaciones digitales de la información capturada por sensores a bordo de satélites que orbitan la Tierra. Estos sensores recopilan datos reflejados o emitidos por la superficie terrestre en diferentes longitudes de onda del espectro electromagnético, los cuales son transmitidos a estaciones en tierra y procesados para generar imágenes digitales (Agencia Espacial Europea, 2025). El Ideam, en su misión de monitorear y dar seguimiento a las áreas glaciares del país, hace uso de imágenes satelitales de PlanetScope, RapidEye, SPOT, Landsat 8-9 y Sentinel 1-2-3.

3.1.2 Interpretación de las imágenes satelitales

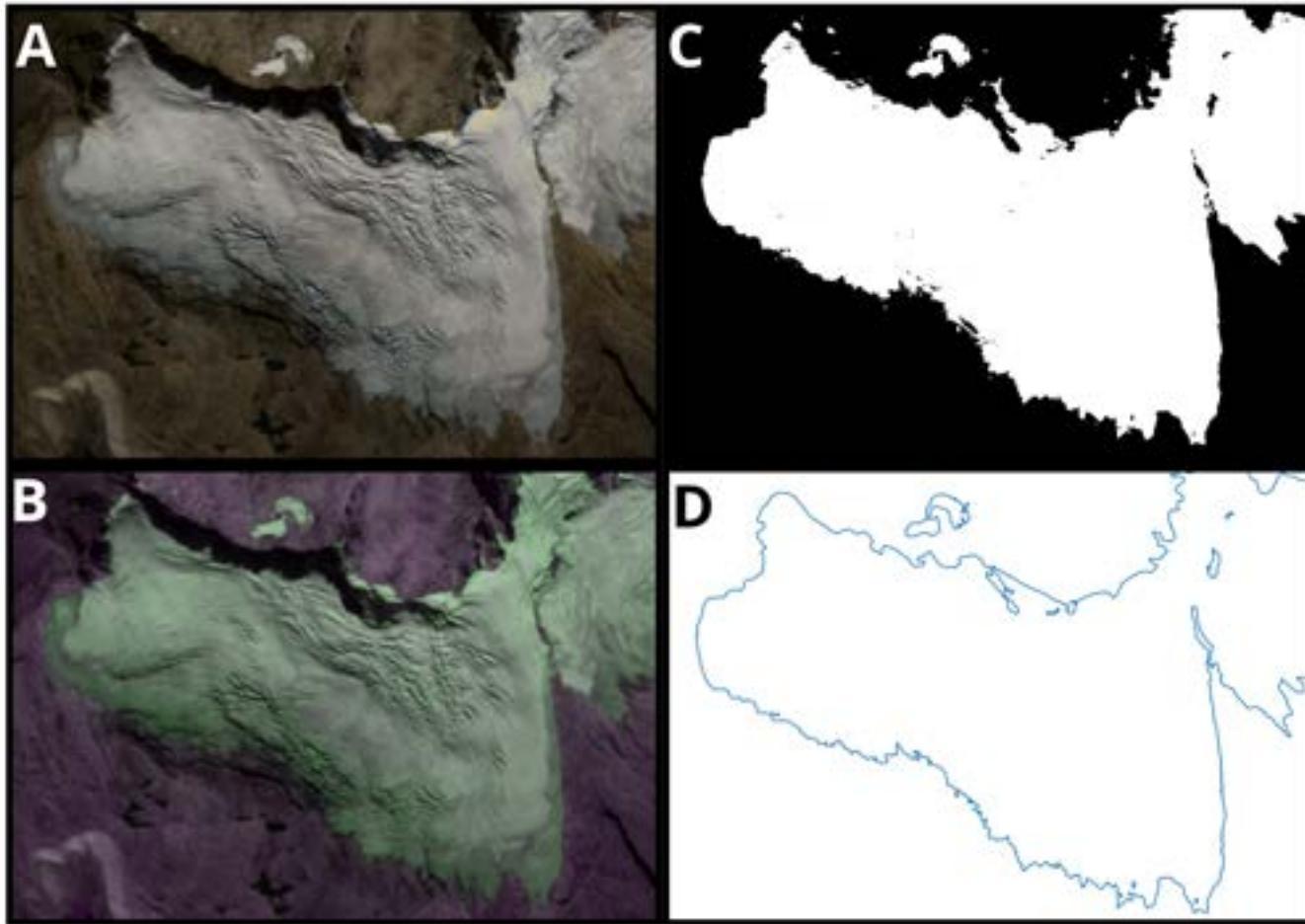
Con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como QGIS, ArcGIS, ERDAS y Pix4D, es posible procesar imágenes satelitales con el propósito de estimar el área de las coberturas glaciares. A modo de ejemplo, se describe a continuación parte del procedimiento aplicado a una imagen satelital de PlanetScope del año 2024 en el sector norte de la Sierra Nevada de El Cocuy o Güicán, en Colombia.

La figura 68 ilustra parte del proceso metodológico de delimitación de glaciares a partir de imágenes satelitales. En la imagen A se presenta una visualización en color natural (RGB), que simula lo que se observaría a simple vista desde el espacio. Esta representación facilita la identificación intuitiva de elementos del paisaje, como glaciares, cuerpos de agua, vegetación y roca expuesta.

Por su parte, la imagen B corresponde a una composición en falso color, construida con bandas del espectro no visible, como el infrarrojo cercano, las cuales son especialmente útiles para resaltar las diferencias entre nieve, hielo, roca y vegetación. Estas combinaciones permiten una mejor discriminación de las coberturas superficiales, aprovechando las características espectrales del hielo y la nieve.

A partir de estas imágenes, se aplica la metodología Ratio Band, siguiendo a Hall et al. (1987), Rott (1994), Rott y Markl (1989), Gjermundsen et al. (2011), Paul et al. (2016) y Cruz et al. (2020). Esta metodología consiste en dividir bandas con alta reflectancia del hielo entre bandas con baja reflectancia, aprovechando el contraste espectral. El resultado es una imagen que discrimina la nieve y el hielo frente a otras coberturas (C).

Figura 68. Interpretación de imágenes satelitales



Fuente: Ideam.

Como paso final, se realiza la vectorización, como se muestra en la imagen D. Este proceso convierte los datos raster (píxeles de las imágenes A, B y C) en polígonos vectoriales, lo que permite realizar análisis espaciales detallados y calcular métricas como el área, el perímetro y otros parámetros geométricos relevantes.

Finalmente, al aplicar este proceso a imágenes satelitales adquiridas en distintos momentos del tiempo, es posible realizar un seguimiento detallado de la evolución del área glaciar. Esto permite estimar los cambios en la cobertura de nieve y hielo, lo cual es fundamental para evaluar los efectos de la variabilidad climática y del cambio climático.

3.3 Cámaras de fotoseguimiento

Las cámaras de fotoseguimiento o time-lapse se han consolidado como una tecnología clave en el monitoreo glaciológico. Su capacidad para registrar periódicamente los cambios en los glaciares las convierte en una herramienta indispensable para el seguimiento de la dinámica glaciar.

Las cámaras time-lapse se instalan en puntos estratégicos, usualmente en zonas elevadas y cercanas a los glaciares (véase fotografía 25). Se programan para tomar fotografías a intervalos regulares, que pueden variar desde minutos hasta horas o días. Estas imágenes, al ser compiladas, generan secuencias visuales que permiten observar la dinámica del glaciar, incluyendo sus avances, retrocesos, movimientos superficiales, formación de grietas, aludes y cambios estacionales en la cobertura de nieve.

Fotografía 25. Cámara de fotoseguimiento del glaciar El Hongo, Nevado Santa Isabel. © Cruz. A (2025)

3.4 Fotogrametría

La fotogrametría aérea, mediante el uso de drones (vehículos aéreos no tripulados, UAV), se ha consolidado como una herramienta esencial en el monitoreo glaciológico moderno. Los vuelos fotogramétricos se realizan programando el dron para sobrevolar el glaciar. Durante el vuelo, el dron captura cientos o miles de imágenes superpuestas que, durante el procesamiento, son convertidas en productos clave, como el modelo digital de superficie (MDS) y, especialmente, ortomosaicos de muy alta calidad.

Estos productos permiten realizar análisis detallados de los cambios en la superficie glaciar, detectar retrocesos, evaluar la pérdida de masa, estudiar la evolución de grietas o morfologías superficiales e, incluso, calcular volúmenes de hielo perdidos.

Una de las principales ventajas de la fotogrametría con drones es su alta resolución espacial, lo que permite realizar estudios con un nivel de detalle inalcanzable para los sensores satelitales. Además, los vuelos pueden repetirse con frecuencia para generar series temporales y son especialmente útiles en zonas remotas o de difícil acceso, donde los métodos tradicionales de monitoreo son limitados o peligrosos.

En las figuras 69 y 70 se pueden observar algunas fotografías y productos obtenidos por medio de esta metodología.

En el siguiente enlace, [Productos Fotogrametría](#), usted podrá acceder a productos fotogramétricos generados por el Ideam y visualizarlos fácilmente en su celular o computador mediante el software Google Earth.

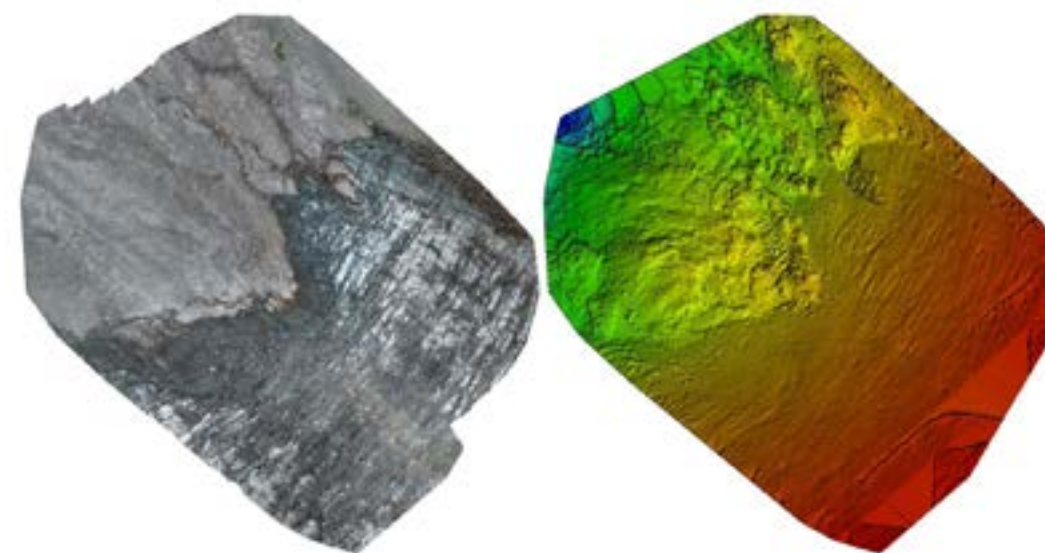
Fotografía 26. Sobrevuelo con dron en el nevado Santa Isabel año 2018. © Autor izq Ospina. A (2017), Autor Der Jorge Luis Ceballos (2017)

Figura 69. Sobrevuelo con dron en el nevado Santa Isabel año 2018.



Autor arriba: © Ospina. A (2017), Autor abajo: © Jorge Luis Ceballos (2017)

Figura 70. Foto mosaico y modelo digital de superficie del borde inferior del glaciar Conejeras. 2018.



Fuente: Ideam.

4. Otras investigaciones glaciológicas en Colombia

El Ideam, a través de más de dos décadas de monitoreo continuo y seguimiento técnico de las áreas glaciares del país, se ha consolidado como la autoridad nacional en el conocimiento glaciológico. Su labor ha sido fundamental para comprender la evolución, dinámica y estado actual de los glaciares colombianos en un contexto de acelerado retroceso glaciar.

Complementando este esfuerzo institucional, el sector académico ha contribuido significativamente con investigaciones científicas que enriquecen la comprensión del fenómeno glaciar desde enfoques paleoclimáticos, geomorfológicos y de modelación.

A continuación, se presentan cuatro estudios desarrollados desde la academia que buscan fortalecer el conocimiento técnico y científico sobre los glaciares en Colombia, así como aportar a la toma de decisiones frente al cambio climático y a la gestión de ecosistemas de alta montaña.

Fotografía 27. Glaciar Oriental del pico Pan de Azúcar.
© Daniel Camilo Castillo (2023).

4.1 Reconstrucción de superficies paleo glaciares en el volcán Paramillo de Santa Rosa, aplicando tecnologías de información geográfica

Autor: ©Mauricio Tamayo Álzate.



Fotografía 28. Paramillo de Santa Rosa
© Servicio Geológico Colombiano (s.f).

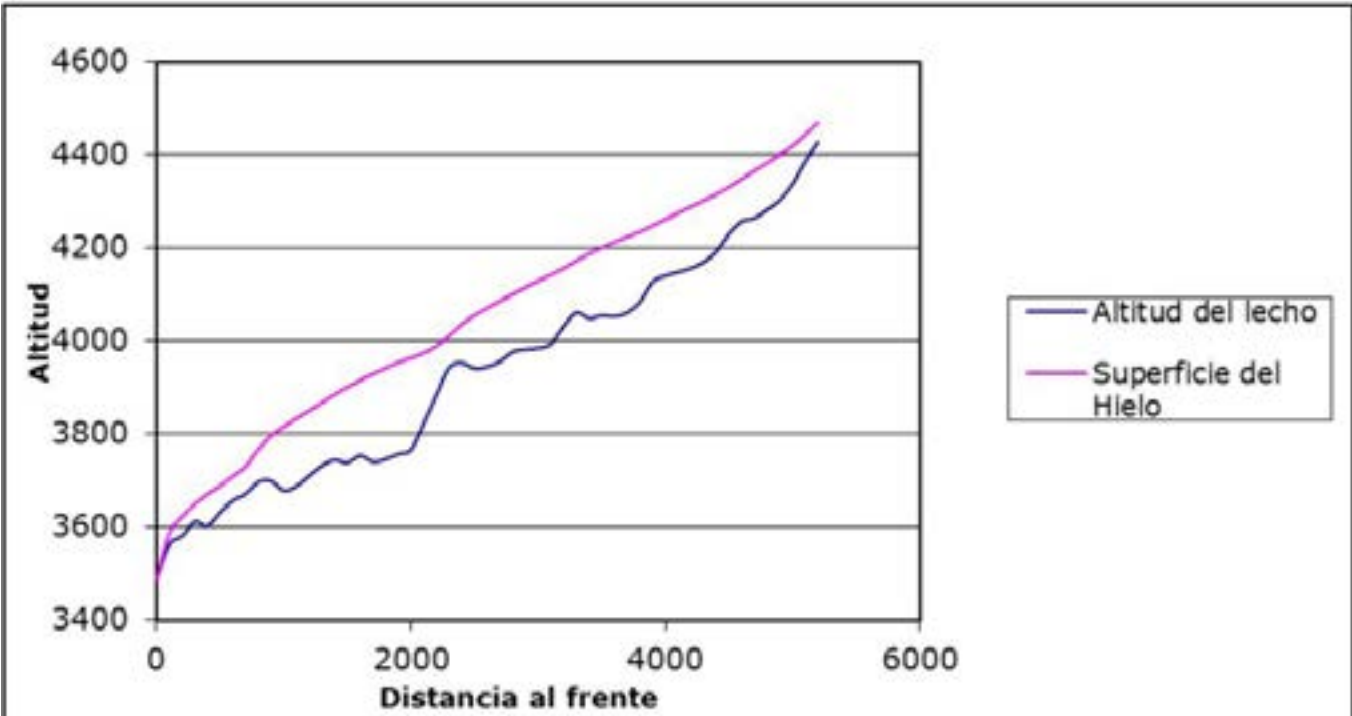
En esta tesis de posgrado, se reconstruyen los antiguos glaciares del volcán Paramillo de Santa Rosa (VPSR), ubicado en el Parque Nacional Natural Los Nevados, durante el Último Máximo Glacial (LGM), hace 35.000 años (Van der Hammen, 1985). Utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG), modelos digitales de elevación (DEM) y herramientas en Python, se estimaron la extensión, el volumen, el espesor y la altitud de la línea de equilibrio glaciar (ELA).

El trabajo tuvo como objetivo identificar los relieves glaciares, tales como valles en “U”, morrenas y lagunas, indicando que el volcán albergó un glaciar significativo que desapareció a mediados del siglo XIX.

Como resultados, se encontró que, durante el LGM, el glaciar cubría aproximadamente **32 km²**, con un volumen de **1,85 km³** y un espesor máximo cercano a los **135 m**. La Línea de Equilibrio Altitudinal (ELA) se ubicaba entre **4050 y 4100 m s. n. m.**, al menos **1000 m por debajo** del nivel actual (~5100 m), lo que indica un clima más frío en el pasado. En la figura 71 se presenta un perfil de superficie y espesor de hielo obtenidos durante el desarrollo de la tesis.

Los resultados reflejan una clara interacción entre el clima del Cuaternario y la actividad volcánica en la dinámica glacial del VPSR. El estudio demuestra el potencial de los SIG y el modelado numérico para reconstruir glaciares ya desaparecidos, aportando datos clave para la comprensión del cambio climático y la gestión ambiental en zonas de alta montaña.

Figura 71. Perfil de superficie y espesor de hielo



Tamayo (2019).

Nota: El texto anterior es una interpretación realizada por los profesionales del grupo de monitoreo de ecosistemas de alta montaña del Ideam, con el fin de realizar la divulgación a un público menos especializado. Si desea conocer a profundidad la investigación, lo invitamos a consultar el artículo científico completo en: <https://ridum.umanizales.edu.co/items/68ec85e0-1925-4af0-8fcc-1bcdbe2cecb1>.

4.2 Implicaciones paleoclimáticas de las fluctuaciones glaciares en la Sierra Nevada del Cocuy, Andes del norte, Colombia, durante el Tardío Glacial y el Holoceno

Fuente: Jordan, N. Herbert a, Gordon, R. M. Bromley b, c*, Meredith, A. Kelly a, Alice, M. Doughty d, Daniel, Ruiz-Carrascal e, Sergio, A. Restrepo-Moreno f, g, Santiago, Noriega Londoño h, Peter, Galloway a, Alan, J. Hidy i.

Este estudio presenta una reconstrucción detallada de las fluctuaciones glaciares en la Sierra Nevada del Cocuy durante el Holoceno (edad geológica que abarca los últimos 11.700 años), con el objetivo de aportar evidencia sobre los cambios climáticos ocurridos en los trópicos durante la transición del último período glacial (Terminación 1, aproximadamente entre 19.000 y 11.000 años antes del presente).

Usando una combinación de mapeo geomorfológico, reconstrucción de líneas de equilibrio glaciar (ELA) y datación por isótopos cosmogénicos, se obtuvieron nuevas cronologías y estimaciones de las edades de las morrenas, lo que permite comparar la evolución climática tropical con los registros globales.



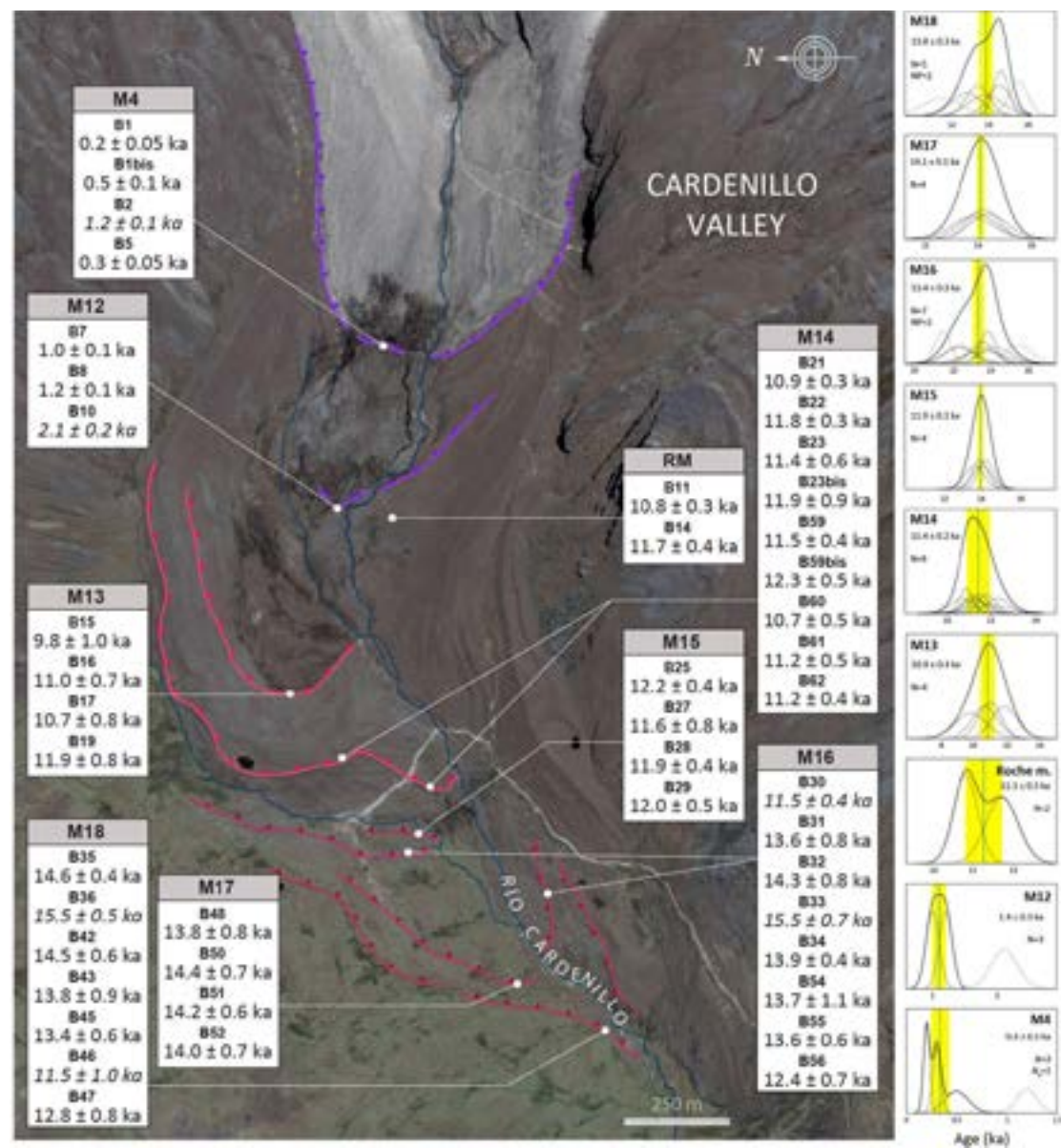
¿Qué es la datación con isótopos cosmogénicos?

Es un método que permite determinar cuánto tiempo una roca ha estado expuesta en la superficie terrestre mediante la medición de isótopos producidos por rayos cósmicos, como el ^{10}Be o el ^{26}Al (Gosse y Phillips, 2001).

Se analizaron tres valles glaciares: Lagunillas, Bocatoma y Cardenillo. En la figura 72 se muestran las edades de las morrenas del valle Cardenillo. En su sentido más sencillo, las edades de las morrenas pueden interpretarse como el lugar donde se encontraba el glaciar en ese momento.

Fotografía 27. Glaciar Oriental del pico Pan de Azúcar.
© Daniel Camilo Castillo (2023).

Figura 72. Geomorfología glacial del valle de Cardenillo en Ritacuba Negro.



Fuente: Jomelli et al. (2014) citado en Herbert et al. (2025).

Las ELA reconstruidas para esos períodos se ubicaron entre los 3.950 y 4.200 metros sobre el nivel del mar, en comparación con los aproximadamente 5.045 metros actuales. Esto representa un descenso glacial de hasta 1.100 metros, lo que se traduce en un enfriamiento estimado entre 6 y 7 °C. Estos resultados sugieren que el Cocuy experimentó condiciones significativamente más frías durante el Lateglacial y que su retroceso glacial estuvo fuertemente relacionado con los eventos climáticos globales.

Asimismo, el análisis del comportamiento reciente de los glaciares del Cocuy sugiere que el calentamiento atmosférico de las últimas décadas ha superado en magnitud cualquier cambio observado en los últimos 16.000 años.

En conjunto, este trabajo contribuye a llenar un vacío en los registros paleoclimáticos tropicales y proporciona una base sólida para futuras comparaciones con otros sistemas montañosos del mundo. Además, evidencia el papel activo que puede tener la región tropical en la dinámica climática global, más allá de ser solo un receptor de señales de cambio generadas en latitudes altas.

Nota: El texto anterior es una interpretación realizada por los profesionales del grupo de monitoreo de ecosistemas de alta montaña del Ideam con fines de divulgación a un público menos especializado. Si desea conocer a fondo la investigación, lo invitamos a consultar el artículo científico completo en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0277379125002781?via%3Dihub>.

4.3 Cuerpos Glaciares

Autor: Doctora en artes Natalia Catañeda Arbelaez



Fotografía 3. Nevado del Huila, desde el sector sur.
© Yesid Achicue, (2025).

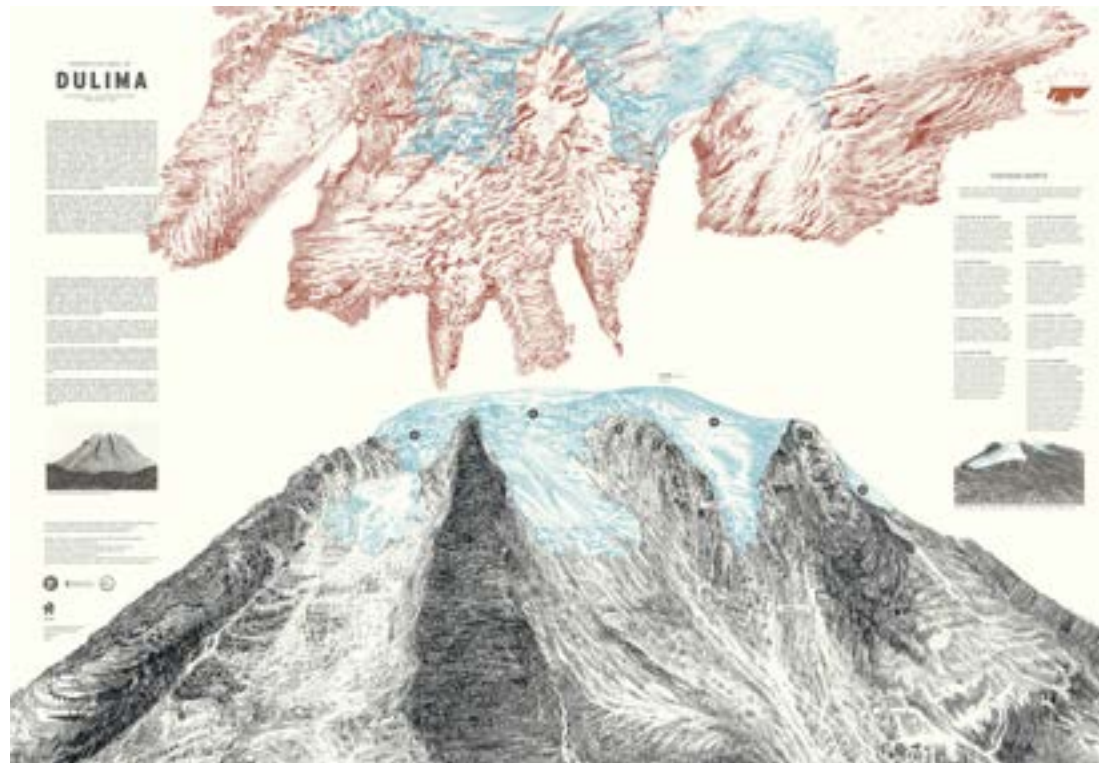
Cuerpos Glaciares es una investigación artística que busca revelar un tránsito, dibujar un deshielo y acompañar un proceso de extinción. Desde la experiencia del viaje, el archivo, el dibujo, la pintura y el registro audiovisual, la investigación documenta un proceso de retroceso y desaparición con el propósito de dar cuenta de los cambios que sufre el territorio.

Cuerpos Glaciares emplea la cartografía como metodología híbrida y emocional; cuerpo a cuerpo, la artista y la montaña aglutinan relatos, datos cuantificables y fabulaciones para mitigar la pérdida y proyectar posibles hipótesis de extinción y adaptación de estas masas de hielo en movimiento. Así, se busca imaginar no solo catástrofes climáticas, sino también lugares para nuevos florecimientos.

Este compromiso interdisciplinar de seguimiento y escucha activa ha abarcado los volcanes nevados Kumanday, Poleka-Kasue, Dulima (Colombia), Aneto (Pirineos), La Mer de Glace (Alpes) y Znosko (Antártida), y ha publicado dos cartografías sobre la evolución glaciar de Poleka-Kasue y Dulima en cooperación con Jorge Luis Ceballos y la Red de Monitoreo Participativo del Volcán Nevado Tolima. En las figuras 73, 74, 75 y 76 se presentan las cartografías mencionadas.

Nota: Si desea conocer a fondo el trabajo artístico, científico e investigativo lo invitamos a visitar: <https://territorioscomunes.com/category/cuerpos-glaciares/>

Figura 73. Perspectiva ideal Nevado del Tolima, Sector norte.



Fuente: Castañeda (2025).

Figura 74. Perspectiva ideal Nevado del Tolima sector sur.



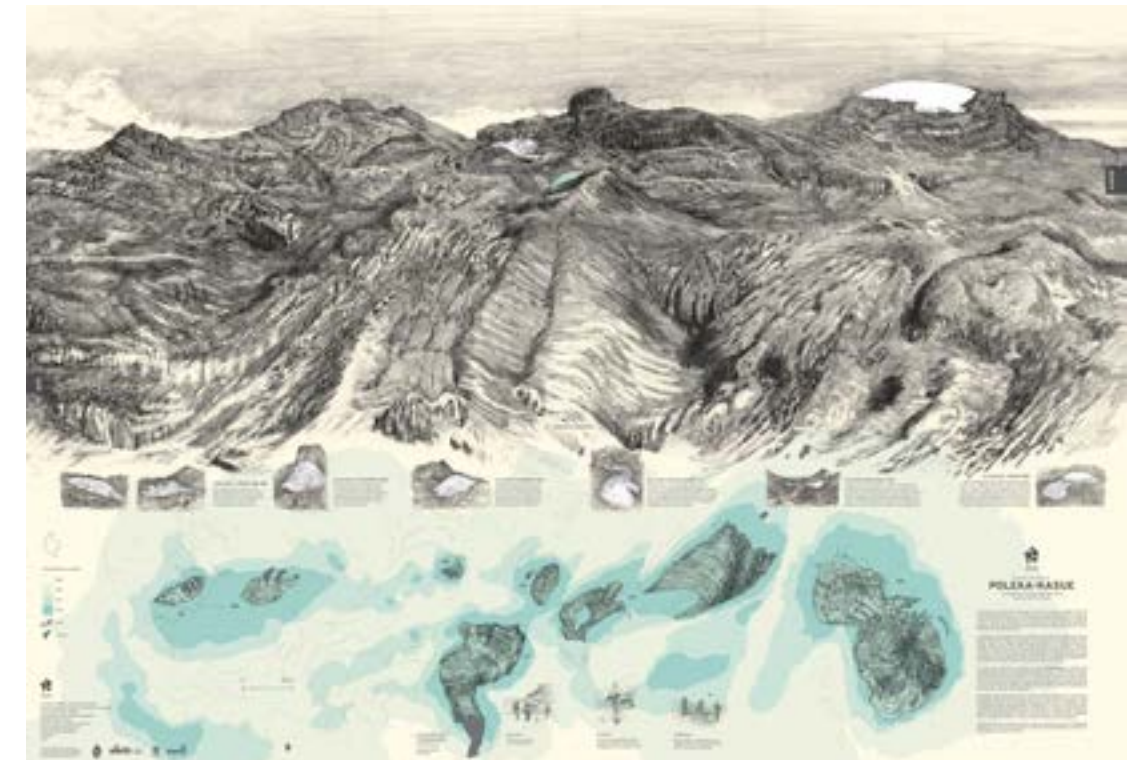
Fuente: Castañeda (2025).

Figura 75. Perspectiva ideal de Poleka-Kasué, sector occidental.



Fuente: Castañeda (2025).

Figura 76. Perspectiva ideal de Poleka-Kasué, sector oriental.



Fuente: Castañeda (2025).

4.4 Cartografía histórica de la alta montaña en la Sierra Nevada de Santa Marta, reflexiones geográficas y paleoclimáticas

Fuente: Ingeniero Geólogo Juan Sebastián Barbosa.

El paisaje de alta montaña en la Sierra Nevada de Santa Marta (SNSM) ha sido modelado por el avance y el retroceso de los glaciares, controlados por los ciclos climáticos del Pleistoceno-Holoceno. Los cambios en las masas paleo-glaciares en lo alto de la montaña tropical labraron en el paisaje picos aristados, cuchillas glaciares y extensos sistemas de morrenas en amplios valles con lagunas, identificados como vestigios de las glaciaciones en la SNSM (Cabot, 1939; Raasveldt, 1957; Jaramillo, 2017). La altura de la SNSM es resultado de la evolución tectónica de la placa Caribe. Durante el Cretácico, el macizo de la SNSM se aisló del sistema andino (Wood, 1939; Montes, 2005), y desde ese momento se ha venido elevando hasta los actuales 5.775 m s. n. m. Este proceso de elevación orogénica, junto con el pasado climático, permitió y permite aún hoy en día la presencia de glaciares ecuatoriales al norte de Colombia, en la montaña de mayor altura frente al mar (Cabot, 1939; Wood, 1940; Raasveldt, 1957).

Este trabajo compila estudios de cartografía histórica de la SNSM, donde se registra información antropológica, biológica, rasgos geográficos, datos climáticos y observaciones geomorfológicas y paleoclimáticas de la alta montaña de la SNSM en los siglos XIX y XX. Durante la lectura de los documentos históricos, se encontraron descripciones del paisaje glaciario, enunciando amplios valles con la presencia de morrenas y picos nevados, así como datos barométricos de la cumbre central y los límites de la nieve, acompañados por representaciones cartográficas que trazan la topografía glaciario y las glaciaciones de la SNSM.

En 1852, se calculó la altura de la cumbre de la SNSM en 5.500 m s. n. m., con el límite inferior de la nieve a 4.687 m s. n. m. (Acosta, 1852; Castro, 2010). Luego, en 1881, se actualizó esta altura a 5.334 m s. n. m. (Simons, 1881), seguida por el reporte de 5.887 m s. n. m. en 1892, que se distancia de las mediciones anteriores (Brettes, 1892; Carmona, 2007). Estas mediciones fueron debatidas por cartógrafos contemporáneos y posteriores (Simons, 1892; Taylor, 1931; Seifriz, 1934; Cabot, 1939). Las expediciones realizadas en el siglo XX, además de estimar la altura de la cumbre, también describieron extensas áreas de pastizales rocosos en el plateau, con alturas entre los 3.657 y 4.570 m s. n. m., donde existen sistemas de morrenas laterales y lagos en circos glaciares que evidencian un extenso avance glaciario de 19 km en el valle de Cataca durante el Pleistoceno (Taylor, 1931). Asimismo, entre los 4.572 y 5.791 m s. n. m. se define la zona de nieves perpetuas, que se caracteriza por la abundancia de circos glaciares y una arista de cumbres nevadas en dirección este-oeste, donde se reposan pequeños glaciares en las caras de la arista (Taylor, 1931). A pesar de las múltiples expediciones y del rigor en las descripciones y mediciones, la altura de la SNSM continúa siendo debatida (Wollaston, 1925; Cabot, 1931; Taylor, 1931; Seifriz, 1934), por lo que, a finales de los años 30, se realizaron dos importantes expediciones con el objetivo de medir la altura de la cumbre central de la SNSM.

Esta carrera geográfica y alpinista, para alcanzar la altura máxima de la SNSM, ocurrió como una vicisitud entre Erwin Kraus, colombo-alemán, artista y pionero del montañismo en Colombia (Vega, 1996), y Thomas Cabot, estadounidense

Fotografía 11. Sierra Nevada de Santa Marta.
© Autor Alarcón. C (2024)

y cartógrafo de la Sociedad Geográfica de Nueva York. Sin saberlo, ambas expediciones se aproximaron a la montaña sagrada Chundua entre enero y marzo de 1939, con tan solo semanas de diferencia (Kraus, 1939; Cabot, 1939).

La expedición Cabot inició el 3 de marzo de 1939 con el objetivo de generar información topográfica de la parte central de la SNSM y escalar el pico más alto del macizo para medir su altura. Tres semanas antes, la cordada colombo-alemana había logrado alcanzar la cumbre (Cabot, 1939). La expedición Cabot también estudió las unidades litológicas constituyentes de la SNSM durante el ascenso y registró la presencia de nieve permanente a 4.876 m s. n. m. y una altura de 5.721 m s. n. m. para las dos cumbres centrales. La cordada ascendió la cumbre del pico Colón y proyectó la altura del pico Bolívar, con diferencias relativas de dos metros atribuidas al espesor de la capa de nieve estacional en la cornisa de la cumbre (Cabot, 1939; Wood, 1941). Por otro lado, el ascenso a la Sierra Nevada de Santa Marta, logrado el 30 de enero de 1939 por la cordada colombo-alemana, midió 5.520 m s. n. m. en la cumbre del pico Olaya Herrera mediante un aneroide (Kraus, 1939). Esta medida fue corregida en cálculos de triangulación respecto a la altura de Bogotá por la EUW, estableciendo finalmente una altura de 5.775 m s. n. m. para el pico Bolívar (Garzón, 1939). Esta diferencia de aproximadamente 54 metros en la altura entre las mediciones de ambas cumbres ha pasado desapercibida, cerrando el debate sobre la altura de Chundua.

La figura 77 muestra una de las primeras fotografías aéreas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

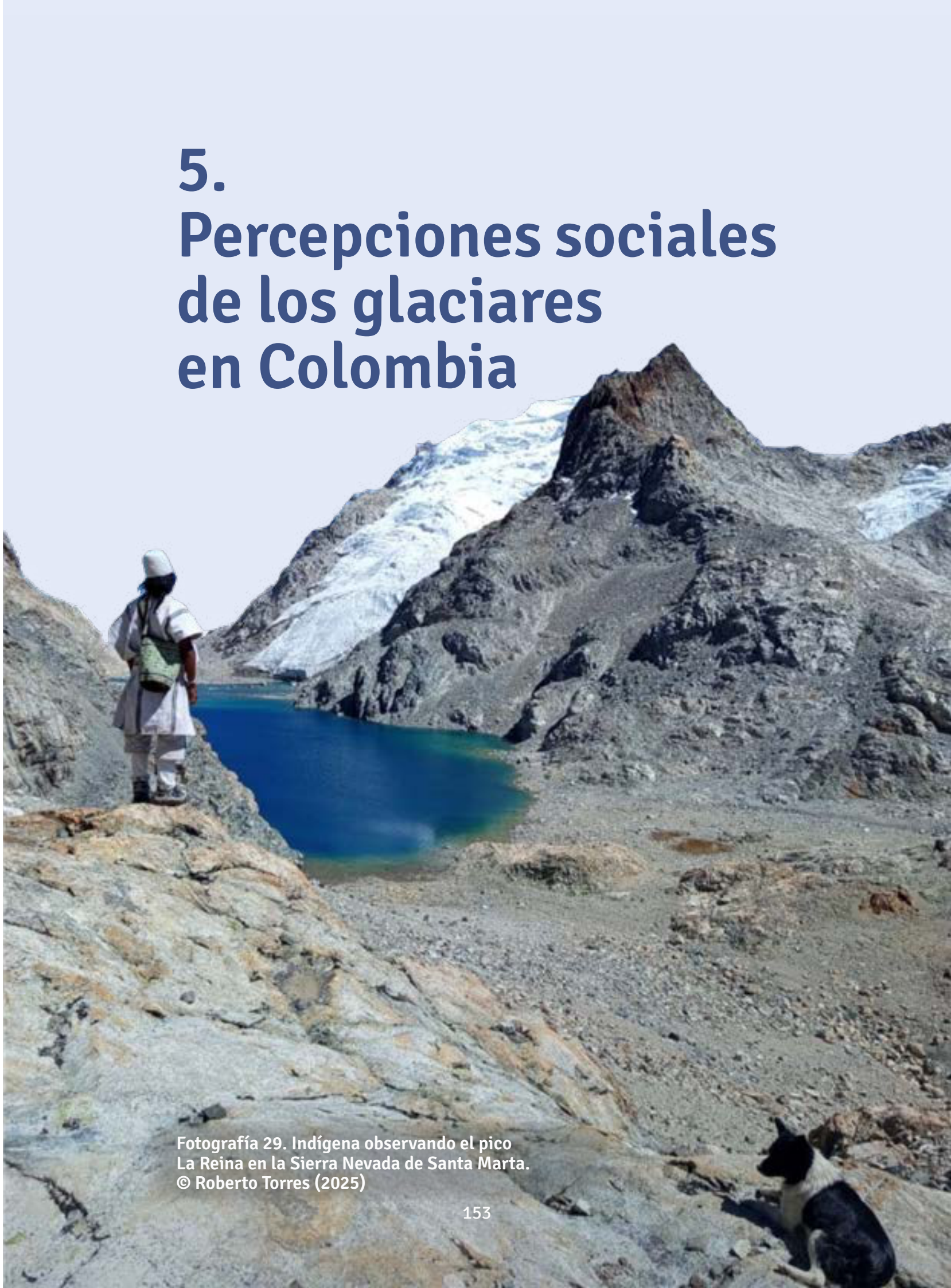
Figura 77. Picos Central y Este de la Sierra Nevada de Santa Marta.



CENTRAL AND EAST PEAKS, SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA, 18,770 FT.
Air photo by W. A. Wood from 21,000 ft. Route was through ice face at right to snow ridge, thence to snow shoulder, then up rock face to summit ridge.

Tomado de: El macizo de Chundua corona un amplio paisaje glaciar preservado por encima de los 3.000 m s. n. m., con picos y paredes verticales en rocas graníticas labradas por el hielo desde hace milenios, durante las glaciaciones de Auridamenia, Mamancanaca, Naboba, Bolívar y Actual (Raasveldt, 1957; Gansser, 1959; Van der Hammen, 1984).

5. Percepciones sociales de los glaciares en Colombia



Fotografía 29. Indígena observando el pico La Reina en la Sierra Nevada de Santa Marta.
© Roberto Torres (2025)

Los glaciares, más allá de ser cuerpos de hielo en permanente transformación, son también territorios cargados de significado. Para muchas personas, comunidades y actores que habitan o transitan por las altas montañas de Colombia, estos ecosistemas no solo representan reservas hídricas e indicadores del cambio climático, sino también espacios sagrados, fuentes de identidad, testigos de memorias compartidas y motores de aprendizaje profundo.

A diferencia de los capítulos anteriores, este espacio del informe no se enfoca en datos técnicos ni en resultados científicos. Su propósito es dar voz a quienes se relacionan con los glaciares desde perspectivas vivenciales, espirituales, culturales y territoriales. En este capítulo se reúnen reflexiones escritas por pueblos indígenas, científicos, montañistas y operadores turísticos que han sido invitados a compartir sus visiones sobre la importancia, transformación y simbolismo de los glaciares colombianos.

Estas voces permiten construir un relato más amplio y humano sobre los glaciares en el país. Cada testimonio aporta una visión complementaria que enriquece el entendimiento de estos ecosistemas en su dimensión social y afectiva, y revela la multiplicidad de vínculos que se tejen entre el hielo y la vida. Reconocer estas percepciones es también una forma de valorar los saberes que surgen fuera del laboratorio y de integrar la experiencia cotidiana en los procesos de conservación, educación y resiliencia frente al cambio climático.

Este capítulo invita, entonces, a detenerse, escuchar y sentir los glaciares desde otras latitudes del conocimiento.

5.1 Confederación Indígena Tayrona



Figura 78. Confederación Indígena Tayrona.

“Conocimiento ancestral colectivo conservado, protegido y transmitido por los mamus y ati mamas del Pueblo Arhuaco.”

“Nuestro territorio es el Corazón del Mundo, la Sierra Nevada de Gonawindúa (SNG), delimitado por el sistema de espacios sagrados de la Línea Negra, y es territorio ancestral de los pueblos Arhuaco (Iku), Kogui, Wiwa y Kankuamo. Desde la Ley de Origen ‘Sein Zare’, este territorio fue entregado a estos pueblos con la misión de cuidarlo y cumplir con su ordenamiento ancestral.”

“‘El Corazón del Mundo’ no es un simple nombre; la Sierra es el centro espiritual del planeta y cumple la misma función que el corazón en el cuerpo humano y se fundamenta en que es el primer territorio formado por nuestros Padres y Madres Creadores desde Zein Zare, es decir, donde se originó la vida.”



Fotografía 30. Confederación Indígena Tayrona (2025).

5.1.1 El corazón del mundo como cuerpo-territorio: un equilibrio entre los glaciares, el mar y el desierto

“Desde la SNG se administran y manejan los códigos para la comunicación con el mundo espiritual. Es el lugar donde se regula la enfermedad, el ciclo natural de la vida, de todo el planeta y del Universo. Desde este territorio, se controla y maneja el viento, el sol, la luna y todos los elementos de la Tierra, para que no ocasionen daños, pues aquí es donde habitan los Padres y Madres de todo lo que existe, incluso del hermano menor. Es por esto que respetar las leyes naturales establecidas y protegerlas es responsabilidad de todos y no solo de los pueblos indígenas.”

“Para cumplir con nuestra misión, tenemos un sistema de conocimiento. Por ello, entre los deberes de los Pueblos de la Sierra está hacer los pagos a los espacios sagrados para mantener las conexiones, retribuir por lo que la Madre Tierra nos brinda y mantener la armonía con la naturaleza.”

“Este territorio está constituido como un tejido de espacios sagrados, que son los lugares donde habitan, a nivel espiritual, los Padres y Madres de todos los seres de la naturaleza, donde se encuentran las normas de orden, función, uso y manejo del territorio, de los componentes, dimensiones, elementos e interconexiones del territorio y del ambiente. Por tanto, estos son los principios del Origen manifestados a nivel territorial en los sistemas naturales. En estos espacios se hace el cumplimiento de la Ley de Origen, ya que a través de estos espacios es posible conocer y manejar el orden de la naturaleza”

“Los picos nevados y las cumbres más altas de la SNG son espacios sagrados. Los cinco más altos son Fiwika, Mo’wika, Chúndwa, Gunnawindúa y Knmnjiwa. Así, Chúndwa es la altura máxima de la Sierra en donde se encuentran los nevados; espiritualmente, es el lugar donde se encuentra la eternidad, la perpetuidad y la luz, y al que retornan los espíritus de las personas al morir. Estos cumplen con una función fundamental al estar interconectados con otros espacios del mundo, como lo es el mar Caribe, el desierto de la Guajira, la Ciénaga de Santa Marta y la Serranía del Perijá, y su gobierno no se limita al suelo, sino que implica el subsuelo y el espacio.”

“Así mismo, en la SNG hay conexiones con otros pueblos y naciones de todos los continentes del mundo: Asia, Norteamérica, Europa, África, Oceanía y la Antártida. Por esta razón, son espacios en los que solo los mamus pueden mirar, tocar o llegar. Son frágiles tanto espiritual como físicamente; por lo tanto, cuando se ven profanados o afectados, esto trae consecuencias negativas para el mundo. Así, si se afecta la Sierra, se afecta todo el planeta y la humanidad.”

5.1.2 Relación de los nevados con el mar

“Hay un equilibrio que se debe mantener gracias a la misión que les fue dada a estos seres, desde la Ley de Origen, al glaciar y al mar, de proteger el lugar y el espacio que les corresponde. El nevado da alimento material y espiritual al mar, que es transportado a través de los ríos que llevan el agua que nace en sus cumbres, y el mar alimenta al nevado a través del viento. Por ello, los materiales para hacer pago con el fin de mantener los glaciares, se encuentran en el mar, y los materiales de pago del mar se hallan en las zonas altas. Esto, gracias a las conexiones espirituales: el mar representa lo femenino y los cerros representan lo masculino.”

5.1.3 Relación de los glaciares de la Sierra Nevada de Gonawindúa con el desierto de la Guajira

“Para poder entender cómo es que la SNG convive con el desierto de La Guajira, hacemos una comparación con una nevera, la cual necesita un motor caliente para que se pueda generar el frío, acá es el carbón el que alimenta de energía y fuerza a la sierra para que pueda generar la nieve en sus partes altas y que los glaciares no se derritan.”

5.1.4 Un compromiso como humanidad por la vida

“Pedimos que se proteja la SNG, no solo para el beneficio de nuestro pueblo, sino para el de toda la humanidad, ya que cumple un rol fundamental para el equilibrio del planeta al ser el Corazón del Mundo. Debemos actuar ahora, porque llegará un momento en que ningún gobierno ni ninguna tecnología podrá revertir el daño que se ha causado..”

“La crisis global que enfrentamos tiene su raíz en la destrucción de las energías vitales de la tierra, el agua, el aire, el fuego, el sol y el viento. Todo tiene su orden, sus padres y madres espirituales. Y son ellos quienes, al ver el desequilibrio, pueden devolvernos las consecuencias de nuestras acciones..”

“Proteger Chúndwa y respetar a nuestros ancestros que ahí habitan no es un acto simbólico; es una necesidad. Si realmente queremos ser coherentes como humanidad, hay una sola decisión que debemos tomar: no dañar.”



Fotografía 31. Confederación Indígena Tayrona (2025).

5.2 Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (Universidad de Zúrich, Suiza)

Figura 78. Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares



Fuente: WGMS (2025).

5.2.1 Rastreado la desaparición del hielo

“El monitoreo de glaciares es particularmente relevante en 2025, ya que las Naciones Unidas lo han declarado como el “Año Internacional de la Preservación de los Glaciares”. Además, el 21 de marzo de 2025 se celebró el primer “Día Mundial de los Glaciares”. Ambas actividades llaman la atención sobre el retroceso actual de los glaciares en todo el mundo y sus consecuencias, como la escasez de agua y el aumento del nivel del mar. El derretimiento de los glaciares amenaza con una cascada de efectos sobre la economía, los ecosistemas y la población..”

“El Servicio Mundial de Monitoreo de Glaciares (WGMS, por sus siglas en inglés) recopila datos de los programas nacionales de monitoreo de glaciares de todo el mundo. Las contribuciones de Colombia se encuentran entre las pocas series de datos disponibles para las regiones tropicales, una región clave para la detección del cambio climático global. En muchas regiones, las llamadas “nieves perpetuas” de los glaciares no sobrevivirán al siglo XXI, incluyendo Colombia.”

“Estas afirmaciones solo son posibles gracias a series de mediciones a largo plazo, cuya disponibilidad no es algo habitual. En Colombia, las mediciones de glaciares se realizan incluso mensualmente. Las mediciones de glaciares no serían posibles sin el compromiso a largo plazo de muchos investigadores principales. Su dedicación nos permite rastrear el comportamiento de los glaciares actuales, que en muchos casos implica la degradación del hielo existente en lugar del retroceso de los glaciares.”

“Varios glaciares, incluidos los del Nevado Santa Isabel, están al borde de la extinción. La desaparición del glaciar Conejeras se documentó en los Boletines de Cambio Global de Glaciares publicados por el WGMS.”

“Entre 2000 y 2023, los glaciares tropicales perdieron aproximadamente el 20 % de su masa. Esto convierte a la región en una de las que registran mayores pérdidas de hielo.”

“La cantidad de glaciares que se puedan preservar en el futuro depende directamente de la evolución de la temperatura en el futuro próximo. Por lo tanto, los glaciares tropicales no solo son símbolos del cambio climático, sino también un testimonio de nuestro éxito en la limitación del calentamiento global.”

5.3 Margarita Moreno — Primera colombiana en escalar las 7 cumbres



...más que paisajes imponentes, son gigantes vivos que hablan del tiempo y del clima, y que me han enseñado la responsabilidad que tenemos con nuestro planeta, con nuestra casa.”

“En los últimos años, he tenido la oportunidad de escalar algunas de las montañas más altas del mundo, incluyendo las Siete Cumbres, y de realizar cruces polares en lugares remotos. En esas expediciones, he navegado sobre glaciares que, más que paisajes imponentes, son gigantes vivos que hablan del tiempo y del clima, y que me han enseñado la responsabilidad que tenemos con nuestro planeta, con nuestra casa.”

“Los glaciares representan mucho más que hielo: son reservas de agua, reguladores del clima y la memoria viva y palpable del planeta. Sin embargo, están desapareciendo, y su transformación es una señal clara de que algo profundo está cambiando. He visto cómo retroceden, cómo se quiebran en silencio y cómo nos advierten sin palabras.”

“Una de las lecciones más valiosas que me ha dado la montaña es que el camino es lo que más nos enseña. Y ese camino está trazado sobre esa memoria blanca bajo nuestros pies que, poco a poco, se desvanece. Esta preocupación me ha traído a hacer esta reflexión sobre los glaciares, pues este estado del agua, firme y frágil a la vez, es parte del equilibrio que sostiene todo, incluida nuestra propia vida; no podemos darnos el lujo de ignorarlo.”

5.3 Unión Temporal Operación Nevados — actor turístico del Parque Nacional Natural Los Nevados

Figura 79. Unión Temporal Operación Nevados.



Fuente: UTON (2025).

“Desde la Unión Temporal Operación Nevados, reconocemos que los glaciares son fuentes vitales de agua y reguladores climáticos, así como paisajes únicos que despiertan asombro y conciencia en quienes los visitan. Su transformación acelerada por el cambio climático es un llamado urgente a repensar nuestra relación con la naturaleza. Por ello, en UTON promovemos un turismo responsable que valore y proteja estos ecosistemas frágiles, evitando su sobreexposición y generando experiencias que eduquen y sensibilicen tanto a los visitantes como a las comunidades locales. Entendemos que el turismo bien gestionado puede ser una herramienta útil para la conservación, por lo que incorporamos criterios de sostenibilidad en la planificación de nuestro turismo, y el trabajo con operadores turísticos de la región. Los glaciares, más que atractivos, son testigos vivos del cambio global, y su presencia en los territorios andinos nos inspira a fomentar prácticas respetuosas que prioricen el conocimiento, la protección ambiental y el respeto por la cultura local. Desde UTON, se maneja una gestión que reconoce el valor natural y simbólico de los glaciares, integrándolos en nuestras estrategias como elementos clave para un turismo consciente.”

6. Conclusiones

El área glaciar nacional se redujo en 2,26 km² (6,8 %) entre 2022 y 2024, continuando con la tendencia de las últimas décadas, que ha sido de entre el 3 % y el 5 % anual. El ritmo de disminución aumentó durante este período, debido a los efectos del fenómeno de variabilidad climática El Niño 2023-2024. El indicador ambiental de balance de masa glaciológico, desarrollado en los glaciares El Hongo, Ritacuba Blanco y Shimmer, registró pérdidas históricas como consecuencia del fenómeno El Niño 2023-2024, el cual intensificó la fusión del hielo entre un 45 % y un 83 % en comparación con los valores observados bajo condiciones neutrales del ENOS. Los resultados del balance de masa glaciológica y del cambio en la cobertura glaciar de los glaciares colombianos, que estima el Ideam desde hace más de 18 años, constituyen una de las series de datos más continuas y de mayor relevancia para el estudio del cambio climático y la variabilidad climática en las latitudes tropicales del planeta. Los glaciares colombianos responden de manera sensible a la variabilidad climática local, evidenciando ganancias de masa durante períodos de altas precipitaciones y bajas temperaturas, así como un aumento de la ablación en condiciones de menor precipitación y temperaturas más elevadas. Esta dinámica se ve acentuada por la influencia de fenómenos del ENOS (El Niño y La Niña), los cuales intensifican los patrones de acumulación o fusión, dependiendo de su fase y magnitud.

Las pérdidas de masa y superficie glaciar en los nevados de Colombia constituyen una respuesta física al incremento de las temperaturas a nivel global, modulada, a su vez, por factores de escala regional y local. Esta interacción entre lo global y lo territorial evidencia la alta sensibilidad de los glaciares frente al cambio climático y resalta la necesidad de fortalecer el monitoreo continuo y la investigación interdisciplinaria. Los resultados obtenidos permiten comprender con mayor precisión la dinámica de estos ecosistemas y su respuesta ante las actuales condiciones climáticas. Los glaciares de Colombia representan un patrimonio natural, cultural y espiritual de profundo significado para las comunidades y la sociedad. Aunque su percepción presenta una gran diversidad, todos coinciden en la necesidad de promover su cuidado y protección. Este punto en común refleja el reconocimiento de los glaciares como fuentes de conocimiento, símbolos de identidad y reservorios de vida.

Fotografía 33. Laguna proglaciar pico La Reina, Sierra Nevada de Santa Marta.
© Alarcón. C (2024).

Referencias

La sociedad civil desempeña un papel cada vez más activo en la generación de conocimiento sobre los glaciares colombianos, aportando saberes desde múltiples esferas. Esta diversidad enriquece los esfuerzos técnicos y permite que el estudio de los glaciares se desarrolle de manera transversal e interdisciplinaria. De esta forma, se fortalece la relación entre la ciencia y la sociedad, consolidando un entendimiento más amplio y profundo de los glaciares.

El estudio de los glaciares colombianos se sustenta en la aplicación de múltiples técnicas y metodologías que permiten un entendimiento más preciso de su dinámica y evolución. El Ideam, en su compromiso por fortalecer el monitoreo estratégico, incorpora metodologías reconocidas a nivel internacional, garantizando así la calidad, comparabilidad y compatibilidad de la información generada. Estos avances fortalecen la investigación científica nacional, la toma de decisiones y la gestión integral de los glaciares frente a los retos que plantea el cambio climático.

Auer, I., Böhm, R., Jurkovic, A., Lipa, W., Orlik, A., Potzmann, R., ... y Nieplova, E. (2007). HISTALP—Historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region. *International Journal of Climatology*, 27(1), 17–46. <https://doi.org/10.1002/joc.1377>

Acosta, Joaquin (1852). “Lettre à M. Élie de Beaumont, relative à la géologie de la Nouvelle Grenade (Sierra Tairona)”, *Bulletin Societé Géologique de France* (París), 2ª serie, Tomo IX:396-399.

Caro, A., Condom, T., Rabatel, A., Villacis, M., López-Moreno, J. I., Soruco, A., ... y Vincent, C. (2025). Future glacio-hydrological changes in the Andes: A focus on near-future projections up to 2050. *Scientific Reports*, 15, 10991. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-88069-2>

Ceballos Liévano, J. L., Cruz Mendoza, A. F., Martínez Serrano, S. y Zuluaga Cárdenas, L. C. (2024). Informe del estado de los glaciares colombianos 2023. Ideam.

Centro Internacional para la Investigación del Fenómeno de El Niño (CIIFEN). (s. f.). El Niño Oscilación del Sur. <https://ciifen.org/el-nino-oscilacion-del-sur/>

Climate Prediction Center. (2025). Oceanic Niño Index (ONI). National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

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. UNESCO-IHP (IHP-VII Technical documents in hydrology 86, IACS contribution 2).

Cruz, A. y Casallas García, A. (2020). Análisis morfométrico del retroceso glaciar en el volcán Nevado del Tolima mediante el uso de imágenes satelitales y aerofotografías (1959-2020). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.17078.22081>

Flórez A. (1992). Los nevados de Colombia, glaciares y glaciaciones. Instituto Geográfico Agustín CodazziIGAC

Flórez, A. (2003). Colombia: Evolución de sus relieves y modelados. Universidad Nacional de Colombia, Unibiblos.

Francou, B., Rabatel, A., Soruco, A., Sicart, J. E., Silvestre, E., Ginot, P., Cáceres, B., Condom, T., Villacís, M., Ceballos, J. L., Lehmann, B., Anthelme, F., Dangles, O., Gomez, J., Favier, V., Maisincho, L., Jomelli, V., Vuille, M., Wagnon, P., Lejeune, Y., Ramallo, C., y Mendoza, J. (2013). Glaciares de los Andes Tropicales: Víctimas del cambio climático. Comunidad Andina (CAN), Proyecto de Adaptación al Impacto del Retroceso Acelerado de Glaciares en los Andes Tropicales (PRAA), Instituto de Investigación para el Desarrollo (IRD). https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers14-07/010062800.pdf

Francou, B. y Pouyaud, B. (2015). Metodos de observacion de glaciares en los Andes tropicales - Mediciones de terreno y procesamientos de datos. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4220.8164>

Frans, C., Baraer, M., Mark, B. G., Burrell, S. A., Fortner, S. K., Mckenzie, J. M., y Bury, J. (2015). Predicting glacio-hydrologic change in the headwaters of the Zongo River, Cordillera Real, Bolivia. *Water Resources Research*, 51(11), 9029–9052. <https://doi.org/10.1002/2014WR016728>

Gjermundsen, E., Mathieu, R., Kääb, A., Chinn, T., Fitzharris, B., y Hagen, J. (2011). Assessment of multispectral glacier mapping methods and derivation of glacier area changes, 1978–2002, in the central Southern Alps, New Zealand, from ASTER satellite data, field survey and existing inventory data. *Journal of Glaciology*, 57(204), 667–683. <https://doi.org/10.3189/002214311797409749>

Gosse, J. C. y Phillips, F. M. (2001). Terrestrial in situ cosmogenic nuclides: Theory and application. *Quaternary Science Reviews*, 20(14), 1475–1560. [https://doi.org/10.1016/S0277-3791\(00\)00171-2](https://doi.org/10.1016/S0277-3791(00)00171-2)

Hall, D. K., Ormsby, J. P., Bindshadler, R. A., y Siddalingaiah, H. (1987). Characterization of snow and ice zones on glaciers using Landsat Thematic Mapper data. *Annals of Glaciology*, 9, 104–108.

Herbert, J. N., Bromley, G. R. M., Kelly, M. A., Doughty, A. M., Ruiz-Carrascal, D., Restrepo-Moreno, S. A., Noriega Londoño, S., Galloway, P., y Hidy, A. J. (2025). Paleoclimatic implications of glacial fluctuations in the Sierra Nevada del Cocuy, northern Andes, Colombia, during the Lateglacial and Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 363, 109458. <https://doi.org/10.1016/j.quascirev.2025.109458>

Hock, R., Rasul, G., Adler, C., Cáceres, B., Gruber, S., Hirabayashi, Y., Jackson, M., Kääb, A., Kang, S., Kutuzov, S., Milner, A., Molau, U., Morin, S., Orlove, B., y Steltzer, H. (2019). High mountain areas. En H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, y N. M. Weyer (Eds.), *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate* (pp. 131–202). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157964.004>

Hugonnet, R., McNabb, R., Berthier, E., Menounos, B., Nuth, C., Girod, L., Farinotti, D., Huss, M., Dussaillant, I., Brun, F., y Kääb, A. (2021). Accelerated global glacier mass loss in the early twenty-first century. *Nature*, 592(7856), 726–731. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z>

Ideam. (2012). Glaciares de Colombia: Más que montañas con hielo. Ideam.

Ideam. (2018). Informe del estado de los glaciares colombianos 2018. Ideam. <https://ideam.gov.co/file-download/download/public/11048>

Ideam. (2023). Informe del estado de los glaciares colombianos 2021. Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/11053>

Ideam. (2023). Informe del estado de los glaciares colombianos 2022. Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/11052>

Ideam. (2023, 23 mayo). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – mayo 2023 (Boletín 178). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6445>

Ideam. (2023, 22 junio). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – junio 2023 (Boletín 179). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6446>

Ideam. (2023, 26 julio). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – julio 2023 (Boletín 180). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6447>

Ideam. (2023, 24 agosto). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – agosto 2023 (Boletín 181). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6448>

Ideam. (2023, 21 septiembre). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – septiembre 2023 (Boletín 182). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6449>

Ideam. (2023, 24 octubre). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – octubre 2023 (Boletín 183). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6450>

Ideam. (2023, 25 noviembre). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – noviembre 2023 (Boletín 184). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6451>

Ideam. (2023, 20 diciembre). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – diciembre 2023 (Boletín 185). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6452>

Ideam. (2024, 24 enero). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – enero 2024 (Boletín 186). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6640>

Ideam. (2024, 22 febrero). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – febrero 2024 (Boletín 187). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6641>

Ideam. (2024, 25 marzo). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – marzo 2024 (Boletín 188). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6642>

Ideam. (2024, 19 abril). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – abril 2024 (Boletín 190). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/6643>

Ideam. (2024, 22 mayo). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – mayo 2024 (Boletín 190). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/824>

Ideam. (2024, junio). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – junio 2024 (Boletín 191). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/852>

Ideam. (2024, 25 julio). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – julio 2024 (Boletín 192). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/1560>

Ideam. (2024, 28 agosto). Boletín de seguimiento al ciclo ENOS – agosto 2024 (Boletín 193). Ideam. <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/3477>

IPCC. (2021). Climate change 2021: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>

Jomelli, V., Favier, V., Vuille, M., Braucher, R., Martin, L., Blard, P.-H., et al. (2014). A major advance of tropical Andean glaciers during the Antarctic cold reversal. *Nature*, 513(7517), 224–228. <https://doi.org/10.1038/nature13546>

Mark, B. G. (2002). Hot ice: Glaciers in the tropics are making the press. *Hydrological Processes*, 16(16), 3297–3302.

Mark, B. G. y Seltzer, G. O. (2005). Evaluation of recent glacier recession in the Cordillera Blanca, Peru (AD 1962–1999): Spatial distribution of mass loss and climatic forcing. *Quaternary Science Reviews*, 24(20–21), 2265–2280.

Marzeion, B., Jarosch, A. H. y Gregory, J. M. (2014). Feedbacks and mechanisms affecting the global sensitivity of glaciers to climate change. *The Cryosphere*, 8(1), 59–71. <https://doi.org/10.5194/tc-8-59-2014>

Vuille, M., Francou, B., Wagnon, P., Juen, I., Kaser, G., Mark B. G. y Bradley, R. S. (2008). Climate change and tropical Andean glaciers: Past, present and future. *Earth-Science Reviews*, 89(3–4), 79–96. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2008.04.002>

Montealegre, J. E. (2007). Actualización del componente meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia (Contrato No. 063). Ideam. <https://archivo.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Modelo+Institucional+El+Ni%3Fo++La+Ni%3Fa.pdf/232c8740-c6ee-4a73-a8f7-17e49c5edda0>

Montealegre Bocanegra, J. E. (2014). Actualización del componente meteorológico del modelo institucional del IDEAM sobre el efecto climático de los fenómenos El Niño y La Niña en Colombia, como insumo para el Atlas Climatológico: Informe final del contrato de prestación de servicios profesionales No. IDEAM 078-2014. Ideam. <https://archivo.ideam.gov.co/documents/21021/440517/Actualizacion+Modelo+Institucional+El+Ni%3Fo++La+Ni%3Fa.pdf/02f5e53b-0349-41f1-87e0-5513286d1d1d>

Paul, F., Winsvold, S., Käab, A., Nagler, T. y Schwaizer, G. (2016). Glacier remote sensing using Sentinel-2. Part II: Mapping glacier extents and surface facies, and comparison to Landsat 8. *Remote Sensing*, 8(575), 16 pp. <https://doi.org/10.3390/rs8070575>

Polk, M. H., Young, K. R., Baraer, M., Mark, B. G., McKenzie, J. M., Wigmore, O. y Lautz, L. (2017). Exploring hydrologic connections between tropical mountain wetlands and glacier recession in Peru's Cordillera Blanca. *Applied Geography*, 78, 94–103. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2016.11.004>

Prinz, R., Fischer, A., Nicholson, L. y Kaser, G. (2011). Seventysix years of mean mass-balance rates derived from recent and reevaluated ice volume measurements on tropical Lewis Glacier, Mount Kenya. *Geophysical Research Letters*, 38(20), L20502. <https://doi.org/10.1029/2011GL049208>

Rabatel, A., Francou, B., Soruco, A., Gómez, J., Cáceres, B., Ceballos, J.L., Basantes, R., Vuille, M., Sicart, J.E., Huggel, C., Scheel, M., Lejeune, Y., Arnaud, Y., Collet, M., Condom, T., Consoli, G., Favier, V., Jomelli, V., Galarraga, R., Ginot, P., Maisincho, L., Mendoza, J., Ménégos, M., Ramirez, E., Ribstein, P., Suarez, W., Villacis, M., y Wagnon, P. (2013). Current state of glaciers in the tropical Andes: A multi-century perspective on glacier evolution and climate change. *The Cryosphere*, 7(1), 81-102. <https://doi.org/10.5194/tc-7-81-2013>

Rivera, A., Bown, F., Napoleoni, F., Muñoz, C. y Vuille, M. (2016). Balance de masa glaciar. Ediciones CECs.

Robertson, K., Flórez, A. y Ceballos L., J. L. (2002). Geomorfología volcánica, actividad reciente y clasificación en Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 11(1-2), 37-76. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/71596>

Rott, H. (1994). Thematic studies in alpine areas by means of polarimetric SAR and optical imagery. *Advances in Space Research*, 14(3), 217-226.

Rott, H. y Markl, G. (1989). Improved snow and glacier monitoring by the Landsat Thematic Mapper. Workshop on Landsat Thematic Mapper Applications. ESA.

Servicio Geológico Colombiano. (s. f.). Generalidades del volcán Cumbal. <https://www2.sgc.gov.co/sgc/volcanes/VolcanCumbal/Paginas/generalidades-volcan-cumbal.aspx>

Tamayo Alzate, M. (2019). Reconstrucción de superficies paleoglaciares en el volcán Paramillo de Santa Rosa, aplicando tecnologías de información geográfica [Tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio Universidad de Manizales.

Van der Hammen, T. (1985). The Plio-Pleistocene climatic record of the tropical Andes. *Journal of the Geological Society, London*, 142(3), 561-580.

Vuille, M. y Bradley, R. S. (2000). Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. *Geophysical Research Letters*, 27(23), 3885-3888. <https://doi.org/10.1029/2000GL011871>

Vuille, M., Bradley, R. S., Werner, M. y Keimig, F. (2003). 20th century climate change in the tropical Andes: Observations and model results. *Climatic Change*, 59(1-2), 75-99. <https://doi.org/10.1023/A:1024406427519>

Vuille, M., Carey, M., Huggel, C., Buytaert, W., Rabatel, A., Jacobsen, D., ... y Villacis, M. (2018). Rapid decline of snow and ice in the tropical Andes: Impacts, uncertainties and challenges ahead. *Earth-Science Reviews*, 176, 195-213. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.09.019>

World Glacier Monitoring Service. (2024, octubre). Latest glacier mass balance data. World Glacier Monitoring Service. <https://wgms.ch/latest-glacier-mass-balance-data/>

Zemp, M., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S. U., Welty, E. Z., Dussailant, I. y Bannwart, J. (Eds.). (2023). Global Glacier Change Bulletin No. 5 (2020-2021). World Glacier Monitoring Service. <https://doi.org/10.5904/wgms-fog-2023-09>

Zemp, M., Huss, M., Thibert, E., Eckert, N., McNabb, R., Huber, J., Barandun, M., Machguth, H., Nussbaumer, S. U., Gärtner-Roer, I., Thomson, L., Paul, F., Maussion, F., Kutuzov, S. y Cogley, J. G. (2019). Global glacier mass changes and their contributions to sea-level rise from 1961 to 2016. *Nature*, 568(7752), 382-386. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03436-z>

Enlaces de interés

- Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales — Ideam: <https://ideam.gov.co/>
- World Glacier Monotoring Service — WGMS: <https://wgms.ch/>
- Año internacional de la conservación de los glaciares 2025: <https://www.un-glaciers.org/es>

Insumos para el cálculo del área glaciar en el 2024

Tabla 5. Insumos para el cálculo de área glaciar 2024

Glaciar	Imagen satelital	Fecha de captura	Resolución espacial	N.º bandas
Nevado Santa Isabel	PlanetScope	29 de febrero de 2024	3	8
Nevado del Tolima	PlanetScope	20 de febrero de 2024	3	8
Nevado del Ruiz	PlanetScope	20 de febrero de 2024	3	8
Nevado del Huila	PlanetScope	30 de enero de 2024	3	8
Sierra Nevada El Cocuy o Güicán	PlanetScope	2 de marzo de 2024	3	8
Sierra Nevada de Santa Marta	PlanetScope	27 de febrero de 2024	3	8

Tabla 6. Insumos usados para el cálculo de área 2024 por rango altitudinal

Insumo	Fecha de captura	Resolución pixel	N.º bandas
DEM SRTM 30	1 de enero de 2011	30	1



Fotografía 33. Extinto Nevado Cumbal.
© Arias. Y (2025).

Fotografía 33. Extinto Nevado Cumbal.
© Arias. Y (2025).

INFORME DEL ESTADO DE LOS GLACIARES COLOMBIANOS

2024