

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	--



Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**FICHA METODOLÓGICA PARA LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA
 "BALANCE DE MASA GLACIAR"**

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

FICHA METODOLÓGICA	
Nombre de la operación estadística y sigla	BALANCE DE MASA GLACIAR (BMG)
Entidad responsable	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM
Tipo de operación estadística	Muestreo No Probabilístico.
Antecedentes	La necesidad por el estudio de la criosfera terrestre, entre ellos los glaciares, es incuestionable debido a que son uno de los mejores indicadores naturales de cambio climático por su sensibilidad a los cambios en la temperatura ambiental, la precipitación y la radiación solar. En el país, el IDEAM es la única entidad gubernamental que por su misionalidad tiene bajo su responsabilidad el estudio de los glaciares colombianos. Atendiendo a esta demanda global de necesidades, el IDEAM ha conformado desde el año 2006 una red de monitoreo glaciológico e hidrometeorológico en la alta montaña para comprender su funcionamiento, la relación con el clima y reportar al país el estado y tendencia de los glaciares o nevados nacionales. En el ámbito mundial, los principales indicadores utilizados para establecer el estado de la criosfera son la extensión del hielo marino, el balance de masa de los glaciares y el balance de masa del hielo de Groenlandia y la Antártica. En este sentido, para

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	Colombia se realizan estimaciones periódicas del balance de masa glaciar. Dos glaciares de estudio se han instrumentado para observarlos directamente en campo.
Objetivo general	Generar estadísticas de la dinámica glaciar en Colombia, mediante el cálculo del balance de masa glaciológico por el método directo para el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), que permita identificar el estado del glaciar conociendo sus pérdidas y ganancias de masa durante un periodo establecido.
Objetivos específicos	• Mantener en funcionamiento las redes instrumentales que permiten la captura de datos primarios y principales variables del balance de masa glaciar: área del glaciar de estudio, rangos altitudinales, área relativa por rango, sección de la baliza o estaca, emergencia o surgencia de la baliza o estaca, densidad del hielo, cambio en la profundidad al hielo, densidad de la nieve y espesor de la nieve. • Calcular por cada unidad estadística y periodo de medición el balance de masa específico, balance de masa total o ponderado, balance de masa acumulado y la línea de equilibrio altitudinal.

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	• Calcular por cada unidad estadística y año hidrológico el balance de masa anual o neto y la línea de equilibrio altitudinal anual. • Calcular el indicador ambiental Balance de masa glaciológico. • Publicar las estadísticas derivadas de la operación estadística en el portal web institucional.
Alcance temático	El cambio de masa de un glaciar (medido como un volumen de agua líquida equivalente), ocurrido durante un lapso, normalmente la duración del año hidrológico y para los sitios escogidos por el IDEAM; por medio del método denominado “método directo o glaciológico”, desarrollado principalmente en el Volcán Nevado Santa Isabel y la Sierra Nevada El Cocuy, que permita identificar el estado del glaciar de estudio conociendo sus pérdidas y ganancias de masa durante un periodo establecido.
Conceptos básicos	Ablación: conjunto de procesos que reducen la masa de un glaciar. Incluye la transferencia de energía desde la atmósfera mediante procesos de radiación y flujos turbulentos en el aire adyacente a la superficie (IPCC, 2019). Acumulación: conjunto de procesos que adicionan masa a un glaciar. Incluye la deposición por escarcha, lluvia helada, precipitación sólida en



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

formas como nieve, vientos de nieve y avalanchas (IPCC, 2019).

Año o ciclo hidrológico: ciclo o período de un año dado por la sucesión natural de las estaciones hidrológicas en períodos de precipitación y períodos secos (Cogley et.al., 2011). Para los estudios de glaciología en Colombia se aproxima desde inicios del calendario gregoriano (mes de febrero) hasta febrero del año siguiente.

Balance de masa: el cambio de masa de un glaciar (medido como un volumen de agua líquida equivalente), ocurrido durante un periodo de tiempo, normalmente la duración del año hidrológico. Un balance positivo indica acumulación de masa mientras que un balance negativo significa pérdida de masa (Cogley et.al., 2011).

Baliza o estaca de ablación: Tubo delgado normalmente de plástico y de algunos centímetros de diámetro, enterrado en forma vertical a varios metros de profundidad desde de la superficie del hielo (generalmente de 6 a 12 metros). Sirve como instrumento con el cual se obtienen los datos mediante observaciones y mediciones directamente en campo de los cambios de la superficie glaciar (Cogley et.al., 2011).



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

Glaciar: Cuerpo de hielo que cubre un sector de la superficie del planeta. Se caracteriza por tener una zona de acumulación, una de ablación y una línea de equilibrio (IDEAM, 2012).

Hielo glaciar: hielo que hace parte de un glaciar y que, a través de la compactación y la recrystalización, sobrevivió al menos una temporada de ablación. Convencionalmente se entiende la densidad de 830 kg m⁻³ a la cual se compactan los espacios vacíos, es decir: la neviza se convierte en hielo de glaciar (Cogley et.al., 2011).

Línea de equilibrio: El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y ablación (Cogley et.al., 2011).

Método glaciológico directo: método para determinar el balance de masa de forma directa o *in-situ*, por medio de medidas de acumulación y ablación, generalmente balizas y pozos sobre el glaciar; método directo es un sinónimo (Cogley et.al., 2011).

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	Nieve: precipitación sólida compuesta de cristales de hielo entrelazados, con espacios ocupados por agua líquida y aire. Convencionalmente se entiende la densidad de la nieve entre 10 y 400 kg m-3 (Cogley et.al., 2011). Perforadora de hielo: taladro de vapor de agua caliente que perfora la superficie del hielo y la nieve derritiendo un punto de diámetro definido a través del vapor de agua dispersado desde una punta metálica. El equipo de perforación completo consiste en un generador de vapor, una manguera de caucho y un tubo de perforación con puntas intercambiables (Rivera et.al, 2016). Zona de ablación: la parte del glaciar donde la ablación excede a la acumulación (Cogley et.al., 2011). Zona de acumulación: la parte del glaciar donde la acumulación excede en magnitud a la ablación (Cogley et.al., 2011). La relación bibliográfica de estos conceptos se puede encontrar en la metodología de la operación estadística balance de masa glaciar
Variables	Principales variables:



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

Área glaciar: extensión en dos dimensiones del glaciar de estudio o parte de este cuando el límite del glaciar se proyecta sobre la superficie de un elipsoide que se aproxima a la superficie de la Tierra o sobre un plano (horizontal) aproximado a ese elipsoide (Cogley et.al., 2011).

Área relativa por rango (Area-altitude distribution): La distribución del área de los glaciares en rangos altitudinales (elevación), generalmente presentada como una tabla con valores hipsométricos que indica el área del glaciar dentro de sucesivos intervalos de altitud (Cogley et.al., 2011).

Densidad de la nieve: relación entre la masa del hielo y el volumen que ocupa. Convencionalmente, la línea divisoria entre nieve y neviza está cerca de una densidad de 400 kg m^{-3} (Cogley et.al., 2011). Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad de la nieve en la superficie de los glaciares en 400 kg m^{-3} .

Densidad del hielo: relación entre la masa del hielo y el volumen que ocupa. Es muy común asumir que la densidad aparente del glaciar es 900 kg m^{-3} (Cogley et.al., 2011). Para Colombia,



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

convencionalmente se asume la densidad del hielo en 900 kg m⁻³.

Emergencia o surgencia de la baliza o estaca:

medida vertical del segmento aflorado por fuera de la superficie del glaciar de una baliza en un punto fijo en el espacio, debido al vector de velocidad de flujo del glaciar en el sentido contrario (Cogley et.al., 2011). Altura de la baliza sobre la superficie (Rivera et.al, 2016).

Espesor de la nieve: distancia vertical entre la superficie del glaciar y la superficie del hielo para un punto cualquiera del glaciar, por ejemplo, una baliza o un pozo o calicata (Cogley et.al., 2011).

Profundidad al hielo: distancia vertical entre la parte final de la última sección de una baliza y la superficie del hielo. Se obtiene mediante la suma de la emergencia o surgencia de la baliza (teniendo en cuenta posibles secciones de la baliza afloradas) y espesor de la nieve medidos directamente sobre la superficie glaciar.

Rangos altitudinales: secciones o intervalos altitudinales en las que se divide el glaciar y que fluctúan, generalmente, entre 50 y 100 m. Su determinación es importante ya que cada área relativa por rango del glaciar es afectada por el valor medido con la baliza (o del pozo) localizada

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	en el rango en cuestión (Francou y Pouyaud, 2004). Sección de la baliza: segmento del que se componen las balizas compuestas, lo que permite sustraer tramos de la baliza cuando la ablación es muy alta o, por el contrario, agregar un nuevo segmento para así extender el largo total cuando la acumulación de nieve es suficiente como para sepultar una baliza (Rivera et.al, 2016). En Colombia, generalmente cada sección de la baliza tiene una longitud de dos metros y se denomina con un número ascendente (i, ii, iii...) empezando por la sección que se encuentra a mayor profundidad. La relación bibliográfica de estos conceptos se puede encontrar en la metodología de la operación estadística balance de masa glaciar.
Indicadores	El indicador ambiental Balance de Masa Glaciar, hace parte del conjunto de indicadores ambientales del IDEAM, reglamentados por la Resolución 667 de 2016 y a partir del Decreto 1086 de 2015 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Corresponde a la sumatoria de la acumulación y de la ablación glaciar, en una unidad espacial de referencia en el tiempo. Ese cambio de masa se ve representado en una columna de agua



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

equivalente ocurrido durante un lapso de tiempo definido, determinado normalmente, por la duración de un año hidrológico. Se representa bajo la siguiente ecuación:

$$b = c + a$$

donde b es el balance de masa específico, c es la acumulación y a es la ablación, todos medidos en cualquier punto del glaciar y expresados en una columna equivalente de agua.

Complementariamente otros indicadores estadísticos son producidos durante el proceso de la operación estadística:

Altitud de la Línea de Equilibrio: El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y ablación (Cogley et.al., 2011). Es un indicador usado en el mundo para seguir el impacto del actual cambio climático en los glaciares y como un indicador indirecto de su intensidad. En los glaciares de montaña, la tendencia mundial es que la ELA asciende cada vez más rápido debido al ascenso térmico de la troposfera.

Balance de masa glaciar intra-anual: Corresponde al balance de masa calculado dentro del año hidrológico. Ya que se realizan varias mediciones

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	intra-anales es posible determinar el comportamiento del glaciar en diferentes temporadas climáticas (lluvia o seca) dentro de un año. <i>Balance de masa glaciar acumulado:</i> Corresponde a la sumatoria algebraica de los balances anuales. De esta forma se tiene las pérdidas o ganancias de masa glaciar total multianual. <i>Gradiente del balance de masa glaciar:</i> Es una estadística para conocer cuánto varía el balance de masa en relación con la altitud. Es una regresión lineal que utiliza los datos del balance de masa de cada punto de medición o baliza su altitud. Se relaciona directamente con la ELA. <i>Nieve acumulada:</i> Durante las campañas de campo se toman datos de la nieve acumulada sobre la superficie glaciar en cada punto o baliza como una de las fuentes para calcular el balance de masa. Usando independientemente estos datos es posible calcular estadísticas intra-anales o anuales de cómo se comporta esta variable.
Parámetros	Parámetros para calcular o estimar según corresponde con la operación estadística, por cada unidad: Balance de masa específico: balance de masa para un punto cualquiera del glaciar, por ejemplo, una baliza o un pozo o calicata. Es una medición en un punto del glaciar entre dos



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

periodos de medición db/dt , por lo cual la ecuación básica teniendo en cuenta esta cualidad:

$$\frac{db}{dt} = \frac{\rho dh}{dt}$$

donde ρ es la densidad del hielo de espesor h , que varía según el tiempo t . Lo anterior asumiendo un cambio de la masa de hielo con densidad constante. No obstante, se miden longitudes de materiales con diferentes densidades como la del hielo y la nieve, por tanto, el balance de masa específico entre dos periodos de medición es:

Donde b_i corresponde al balance de masa en el sitio i , ρ_0 es la densidad del hielo y Δh su cambio de espesor. El primer término de la ecuación representa por tanto el balance del hielo. La segunda parte de la ecuación representa el balance o la diferencia del material poroso (nieve o neviza) ρ_1 y ρ_2 en función del tiempo.

Balance de masa anual o neto: balance de masa que representa la suma de la acumulación y la ablación a lo largo de un año hidrológico. El balance específico anual se expresa de la siguiente manera:

$$b_n = c_t + a_t$$



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

Donde b_n es el balance de masa específico anual, y ct es la acumulación y at es la ablación específica total durante el año de balance, por ejemplo, año hidrológico.

Balance de masa total o ponderado: balance de masa integrado a toda la superficie o área del glaciar después de un proceso de interpolación. La ponderación del balance específico según las áreas por rangos relativos, el balance de masa total B_n se expresa como:

$$B_n = \frac{1}{S} \left(\sum_{i=1}^j b_i S_i \right)$$

donde S corresponde a la superficie total del glaciar estudiado; b_i al balance ponderado por área S_i dentro de los rangos de altura (j).

Balance de masa acumulado: la suma algebraica de balances de masa periódicos o parciales.

Línea de equilibrio altitudinal: El conjunto de puntos en la superficie del glaciar donde el balance

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	de masa es cero en un determinado momento; la línea de equilibrio (Equilibrium-line altitude ELA) separa las zonas de acumulación y ablación. Se determina a partir del gráfico de regresión lineal del balance de masa específico de cada punto (baliza) en función de la altitud de ese punto (es la intersección de la abscisa -altitud- con la ordenada cero del balance de masa). Es un parámetro usado en el mundo para seguir el impacto del actual cambio climático en los glaciares y como un indicador indirecto de su intensidad. En los glaciares de montaña, la tendencia mundial es que la ELA ascienda cada vez más rápido
Estándares estadísticos empleados	Se aplica y usa la clasificación estandarizada en el sistema métrico internacional y la metodología de 'Balance de masa glaciar'. Dentro del país no existe un estándar aplicado a la temática de la operación estadística, de ahí que se garantice el uso y aplicación de nomenclaturas y clasificaciones vigentes de ámbito internacional. Dichos estándares corresponden a los definidos por el Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (World Glacier Monitoring Service WGMS). El WGMS dispone de una clasificación y nomenclatura internacional, la cual utiliza la operación estadística. Estas se encuentran disponibles en el documento 'General Guidelines for Data



**GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E
INVESTIGACIÓN**

**Ficha metodológica
de la operación estadística “Balance de
Masa Glaciar”**

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

Submission and Notes on the Completion of Data
Sheets’ disponible en

https://wgms.ch/downloads/WGMS_AttributeDescription.pdf

Bajo esta clasificación y nomenclatura
estandarizada internacional, los glaciares de
estudio tienen las siguientes características
[descripción del campo]:

1. POLITICAL UNIT [alphabetic code; 2 digits]
2. GLACIER NAME [alpha-numeric code; up to 60 digits]
3. WGMS ID [numeric code; 5 digits]
4. GEOGRAPHICAL LOCATION (GENERAL)
[alpha-numeric code; up to 30 digits]
5. GEOGRAPHICAL LOCATION (SPECIFIC)
[alpha-numeric code; up to 30 digits]
6. LATITUDE [decimal degree North or South;
up to 6 digits]
7. LONGITUDE [decimal degree East or West;
up to 7 digits]
8. CODE [numeric code; 3 digits]
9. EXPOSITION OF ACCUMULATION AREA
[cardinal point; up to 2 digits]
10. EXPOSITION OF ABLATION AREA [cardinal
point; up to 2 digits]

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	11. PARENT GLACIER [numeric code; 5 digits] 12. GLACIER REGION [alphabetic code; 3 digits] 13. GLACIER SUBREGION [alpha-numeric code; 6 digits] El uso estandarizado de este método de referencia internacional garantiza la integración, comparabilidad e interoperabilidad de la información estadística.
Universo de estudio	La masa glaciar de la totalidad de los glaciares en el territorio colombiano.
Población objetivo	Masa glaciar de la Sierra nevada El Cocuy o Güicán (6° 30´N; 72° 15´W; 5380 m s. n. m.) y el Volcán nevado Santa Isabel (4° 48´N; 75° 22´W; 4903 m s. n. m.).
Unidades estadísticas	Unidad de observación: La unidad de observación seleccionada para la operación estadística es la masa glaciar medida en el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco) en el territorio colombiano. Unidad de análisis: En el territorio colombiano, la unidad de análisis sobre la que se expondrán los resultados son las masas glaciares que yacen sobre el Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y la Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco).

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	Unidad de muestreo: Las unidades o glaciares seleccionados son la Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, localizado dentro del Parque Nacional Natural El Cocuy) y el volcán nevado Santa Isabel (sector El Hongo, localizado dentro del Parque Nacional Natural Los Nevados). Desde 2012 y 2021 respectivamente, se han realizado sistemática y periódicamente observaciones a estas unidades, con base en una red de instrumentos sobre y alrededor de las superficies glaciares seleccionadas, se han capturado datos que permiten una mejor comprensión del estado actual de la criósfera colombiana, así como de la dinámica de la troposfera.
Marco estadístico	No aplica. El marco estadístico sólo aplica para operaciones estadísticas por muestreo probabilístico o por censo (NTCPE1000:2020 pg.35).
Fuentes	La fuente de información es primaria y única, corresponde con los datos capturados en los puntos de observación sobre la superficie de los glaciares objeto de estudio directo por parte del IDEAM.
Tamaño de muestra	Corresponde a dos (2) unidades de muestreo, las unidades o glaciares seleccionados son el volcán nevado Santa Isabel y la sierra nevada El Cocuy o Güicán.

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

Diseño muestral	<i>Método de muestreo:</i> Teniendo en cuenta que el fenómeno no puede ser medido en todos los puntos del espacio en intervalos de tiempo regulares, esta operación estadística se realiza mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. <i>Tamaño de muestra:</i> El tamaño de la muestra corresponde a dos (2) unidades de muestreo, las unidades o glaciares seleccionados son el volcán nevado Santa Isabel y la sierra nevada El Cocuy o Güicán. <i>Selección y conformación de la muestra:</i> La selección de la muestra se hace por medio de un análisis temático indirecto y geométrico en terreno. En primera instancia, para la selección de algunos de los seis nevados colombianos se realiza una evaluación de: 1. Representatividad del glaciar: debe caracterizar las condiciones climáticas locales y regionales, debe tener un rango altitudinal suficientemente amplio que permita definir el área de ablación (pérdida) y de acumulación (ganancia).
--	--



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”

Código: GCI-BG-FM001
Versión: 04
Fecha: 22/12/2025

2. Viabilidad, accesibilidad y seguridad:

el glaciar debe tener adecuadas rutas de acceso que permita instrumentarlo, que en lo posible sea uniforme y que no presente lugares peligrosos para la integridad física de los investigadores como zonas de avalanchas, desprendimiento de bloques, pendientes muy fuertes y grietas.

Adicionalmente, para definir los sectores o glaciares objeto de estudio, se generan dos criterios:

1. Morfología de la cuenca: Es fundamental para la medición de un balance glaciológico e hidrológico una cuenca con límites definidos, permitiendo obtener datos coherentes con la realidad, en otras palabras, su cuenca no debe entregar aportes a otras cuencas antes de su punto de concentración de agua.

2. Estado del frente glaciar e hidrología: es importante que posea un frente limpio, sin hielo muerto cubierto de escombros, con un drenaje definido el cual pueda ser medido.

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	Es así que, a partir de la evaluación de los cuatro (4) criterios anteriormente mencionados, la muestra queda conformada por dos glaciares. 1. El Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo), Parque Nacional Natural Los Nevados) 2. La Sierra Nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, Parque Nacional Natural Los Nevados). Esta muestra se mantiene estable en el tiempo y en el espacio, siendo reevaluada cada dos años para confirmar si continúa con las características que permiten su estudio. • Medidas de calidad Se presentan tres medidas de calidad: <u>Cobertura:</u> Es necesario evaluar como mínimo una unidad de muestreo, que permita identificar el estado del glaciar, conociendo las pérdidas y las ganancias de masa durante un periodo establecido, con el fin de generar estadísticas de la dinámica glaciar en Colombia. <u>Porcentaje de no información:</u> Cada glaciar debe contar con información primaria de por lo
--	---

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	menos el sesenta por ciento (60%) de sus rangos altitudinales, cuando el porcentaje de no recolección de datos es superior al cuarenta por ciento (40%) de los rangos altitudinales no se genera el balance de masa para esa unidad de muestreo y ese periodo de medición. El porcentaje de no información es calculado como el cociente entre el número de los rangos sin información primaria y el total de los rangos presentes en el glaciar. <u>Imputación:</u> La imputación de las variables Profundidad al hielo y Espesor de la nieve se realiza sobre las balizas de máximo el cuarenta por ciento (40%) de los rangos altitudinales, teniendo en consideración las condiciones para la imputación señaladas. La tasa de imputación es calculada como el cociente entre el número de balizas imputadas y la suma de las balizas que cuentan con información primaria y las balizas imputadas.
Precisión	No aplica. La precisión y nivel de significancia sólo aplica para operaciones por muestreo probabilístico (NTCPE1000:2020 pg.36)
Mantenimiento de la muestra	La muestra se mantendrá en el tiempo y en el espacio, y su variación estará sujeta a la inclusión de nuevas unidades de observación, o al impedimento de seguir monitoreando el volcán nevado Santa Isabel (sector El Hongo) o la sierra

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco) por el incumplimiento de los criterios de selección anteriormente expuestos. Este mantenimiento está igualmente soportado con el cronograma de trabajo de campo.
Información auxiliar	La operación estadística no emplea información auxiliar o bases de datos externas al propio proceso estadístico para validar, verificar o contrastar los resultados
Cobertura geográfica	La operación estadística cubre el estudio del Volcán Nevado Santa Isabel (sector El Hongo) y Sierra Nevada El Cocuy (sector Ritacuba Blanco), por lo cual la cobertura es de carácter regional sobre el territorio colombiano
Periodo de referencia	El período de tiempo específico al que va referida la operación estadística Balance de Masa Glaciar es un año determinado. Hace referencia a la generación de información de balance de masa durante un periodo establecido por el IDEAM, normalmente un año hidrológico. Volcán Nevado de Santa Isabel (sector El Hongo): 2021: inicia el 17/06/2021 y finaliza el 18/02/2022 2022: inicia el 18/02/2022 y finaliza el 28/02/2023 2023: inicia el 28/02/2023 y finaliza el 03/02/2023

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	2024: inicia el 03/02/2023 y finaliza el 11/02/2025 Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco): 2012: inicia el 15/03/2012 y finaliza el 31/12/2012 2013: inicia el 14/01/2013 y finaliza el 17/02/2014 2014: inicia el 17/02/2014 y finaliza el 02/03/2015 2015: inicia el 02/03/2015 y finaliza el 23/02/2016 2016: inicia el 23/02/2016 y finaliza el 13/02/2017 2017: inicia el 13/02/2017 y finaliza el 14/02/2018 2018: inicia el 14/02/2018 y finaliza el 23/02/2019 2019: inicia el 23/02/2019 y finaliza el 02/12/2019 2021: inicia el 09/02/2021 y finaliza el 23/02/2022 2022: inicia el 23/02/2022 y finaliza el 04/03/2023 2023: inicia el 04/03/2023 y finaliza el 07/02/2024 2024: inicia el 07/02/2024 y finaliza el 17/02/2025
Periodo y periodicidad de recolección	El periodo de recolección de datos es acorde con la definición del año hidrológico. Para los estudios de glaciología en Colombia, se considera un año hidrológico a un ciclo estacional completo del comportamiento del clima de la región donde está el glaciar, esto es, inicio de un periodo húmedo o seco y finaliza al año siguiente en el mismo periodo

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	húmedo o seco. De acuerdo con la secuencia bimodal que caracteriza la región natural andina colombiana, donde están los glaciares monitoreados y de acuerdo con la experiencia adquirida que tiene en cuenta esa condición natural, más la administrativa de las instituciones gubernamentales, se ha definido el ciclo hidrológico desde inicios de febrero a inicios de febrero del año siguiente. Este periodo coincide con el fin de una temporada seca (enero-febrero) e institucionalmente están disponibles los recursos humanos y presupuestales (contratación, fin de temporada vacacional y transferencias presupuestales desde el gobierno central). Ahora bien, dentro de un mismo año hidrológico se tienen previstas mediciones bimestrales para los dos glaciares de estudio. Esta periodicidad en las observaciones en terreno se debe principalmente a la posición ecuatorial de los glaciares colombianos, que implica un comportamiento climático estacional diferente a los regímenes climáticos de altas latitudes, marcados por una periodicidad bianual (fin del verano y fin del invierno). Las visitas periódicas constituyen, de igual forma, una base central del mantenimiento y el correcto funcionamiento de las unidades estadísticas. La inclusión de una nueva unidad de observación
--	---

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística "Balance de Masa Glaciar"	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	estará sujeta a la adopción de alguno de los criterios anteriores. En cuanto al número mínimo de visitas; por circunstancias de tiempo meteorológico, logístico, presupuestal o de fuerza mayor, este corresponde a una visita a cada sitio por cada periodo seco o de lluvia de la región Andina, es decir, mínimamente dos (2) campañas de campo para las temporadas secas para cada sitio y dos (2) campañas de campo para las temporada húmeda para cada sitio, de acuerdo con el régimen bimodal de precipitaciones. Con esta periodicidad se asegura tanto el dato de balance de masa intraanual para investigación, como el dato final de reporte anual (sumatoria de los balances intraanuales).
Método de recolección	El método de recolección de datos usado para un sector específico y un período de determinado de tiempo, es el método glaciológico de forma directa o <i>in-situ</i>, que consiste en realizar mediciones directamente en el terreno, las cuales se efectúan después de instalar una serie de estacas o balizas (tubos delgados de plástico, metal o madera) en forma vertical y enterradas a algunos metros de profundidad (entre 6 a 12 metros), con el fin de medir los cambios de la nieve y el hielo en la superficie glaciar, los cuales se calculan teniendo en cuenta la división del terreno en rangos altitudinales a criterio del investigador. Dentro de

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	cada rango altitudinal se selecciona al menos un punto también a criterio de los expertos, en el cual se realiza el levantamiento de datos primarios.
Desagregación de resultados	Desagregación geográfica: Corresponde a los sectores de nombre El Hongo y Ritacuba Blanco, ubicados en los glaciares Volcán nevado Santa Isabel y Sierra nevada El Cocuy respectivamente, en el territorio colombiano. Desagregación temática: La información se presenta desagregada por sector de estudio, año hidrológico, Balance de Masa Glaciar total anual y Balance de Masa Glaciar Acumulado.
Frecuencia de entrega de resultados	Anual
Periodos disponibles para los resultados	Macrodatos: Esta operación cuenta con series históricas de la información estadística correspondiente a: • Volcán nevado Santa Isabel (sector El Hongo, Parque Nacional Natural Los Nevados): Balance de Masa total anual, Balance de Masa Acumulado y altitud de la línea de equilibrio altitudinal anual desde 2021 hasta la actualidad.

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

	• Sierra nevada El Cocuy o Güicán (sector Ritacuba Blanco, Parque Nacional Natural El Cocuy): Balance de Masa total anual, Balance de Masa Acumulado y altitud de la línea de equilibrio altitudinal anual desde 2012 hasta la actualidad. Microdatos anonimizados: La operación estadística de Balance de Masa Glaciar no presenta bases de datos anonimizados.
Medios de difusión y acceso	1. Informe anual del estado de los glaciares colombianos: https://www.ideam.gov.co/sala-de-prensa/informes/Informe-del-estado-de-los-glaciares-colombianos 2. Indicador ambiental Balance de Masa glaciar: https://experience.arcgis.com/experience/568dda-b184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Indicadores-Ambientales/ 3. Publicación en el Servicio Mundial de Monitoreo Glaciar (World Glacier Monitoring Service WGMS): https://wgms.ch/ggcb/

CONTROL DE CAMBIOS FICHA METODOLÓGICA

Versión	Fecha	Descripción
1	30-10-2020	Creación del documento
2	30-03-2022	Actualización del documento

	GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN Ficha metodológica de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”	Código: GCI-BG-FM001 Versión: 04 Fecha: 22/12/2025
--	---	---

3	11-07-2025	Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. Pasa de M-GCI-EF018 a GCI-BG-FM001.
4	22-12-2025	Se actualiza información técnica para dar cumplimiento a la versión NTC PE 1000:2020

CONTROL DE CAMBIOS DE LA PLANTILLA

Versión	Fecha	Descripción
01	15-07-2020	Creación del documento
02	20-06-2023	Ajustes de forma
03	14-05-2025	Ajustes de forma de acuerdo con las indicaciones del manual de identidad vigente del Ideam, se incluyó control de cambios de la ficha metodológica.
04	11/07/2025	Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. Pasa de M-GCI-F001 a GCI-OE-F004.