



1. Objetivo

Describir los pasos a seguir para la recolección de los datos primarios requeridos para el cálculo del balance de masa glaciar con base en la Norma Técnica de la Calidad del Proceso Estadístico NTCPE:1000, permitiendo el procesamiento de los datos y el análisis del comportamiento de la masa glaciar.

2. Alcance

Definir la recolección, registro y aseguramiento de la calidad de los datos primarios siguiendo metodologías y técnicas de uso internacional, en cuanto a la instalación y monitoreo de balizas de ablación, medición de nieve y hielo para el procesamiento y almacenamiento seguro de la información y el análisis del comportamiento de la masa glaciar y el balance de masa glaciológico.


3. Definiciones

- **Baliza o estaca de ablación:** Instrumento de medición que consiste en tubo delgado normalmente de plástico y de algunos centímetros de diámetro, enterrado en forma vertical a varios metros de profundidad dentro de la superficie del hielo. Con este instrumento se obtienen los datos mediante observaciones y mediciones directamente en campo de los cambios altitudinales de la superficie glaciar (Cogley et. al., 2011). En las mediciones de campo realizadas en Colombia, el diámetro de este instrumento es de 1 a 1,5 pulgadas, y la máxima longitud de la baliza es de 12m
- **Campaña de medición glaciológica:** Conjunto de actividades de trabajo de campo, planificadas de manera rigurosa y detallada, desarrolladas en las zonas de estudios definidas con el fin de obtener datos sobre variables como acumulación, ablación y balance de masa. Dada la complejidad logística de las áreas de estudio (en cuanto a acceso, ubicación, imprevistos), requieren una preparación previa exhaustiva que incluye la organización de reuniones técnicas para definir objetivos, metodologías, distribución de tareas, protocolos de seguridad y logística.
- **Cinta métrica:** La cinta métrica es un instrumento flexible graduado que permite medir distancias o longitudes (World Meteorological Organization, 2018). En las campañas de




medición glaciológica se usa para determinar la profundidad de perforaciones en nieve o hielo y la emergencia o surgencia de la red de balizas.

- **Densidad de la nieve:** Relación entre la masa del hielo y el volumen que ocupa. En Colombia, la línea divisoria entre nieve y neviza está cerca de una densidad de 400 kg/m³ (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/m³ (Cogley et.al., 2011). Para Colombia, convencionalmente se asume la densidad del hielo en 900 kg/m³.
- **Emergencia o surgencia de la baliza:** medida 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 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).
- **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).
- **GPS de navegación:** El GPS de navegación es un dispositivo que permite determinar la ubicación geográfica mediante señales satelitales (World Meteorological Organization, 2018). En las campañas de campo se usa para georreferenciar cada estaca de la red de balizas, delimitar áreas de estudio y registrar rutas de muestreo.
- **Hielo glaciar:** hielo que hace parte de un glaciar y que, a través de la compactación y la recristalización, 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).
- **Neviza:** estado intermedio entre nieve y hielo. Es la nieve que ha sobrevivido al menos una temporada de ablación, pero aún no se considera hielo glaciar. Convencionalmente se entiende la densidad de la neviza entre 400 y 830 kg m⁻³ (Cogley et.al., 2011).

	Generación de Conocimiento e Investigación Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-I001 Versión: 04 Fecha: 11/05/2026
---	---	--

- **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 (generalmente una pulgada) 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). El orificio en el hielo resultado de la perforación sirve para introducir una baliza de ablación glaciar.
- **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.
- **Sonda de nieve:** Instrumento metálico graduado, generalmente en centímetros, que se emplea para determinar el espesor de la nieve acumulada sobre el glaciar en distintos puntos de muestreo. Esta medición se realiza alrededor de cada baliza. Estos datos son fundamentales para calcular la acumulación y, posteriormente, el balance de masa del glaciar. La medición suele realizarse en la red de balizas.
- **Superficie o 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).

	Generación de Conocimiento e Investigación Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-I001 Versión: 04 Fecha: 11/05/2026
---	---	--

4. Documentos relacionados en el SGI

CÓDIGO	TIPO DE DOCUMENTO	NOMBRE DEL DOCUMENTO
GCI-GB-F004	Formato	Lista de chequeo para la planeación de la recolección de datos primarios del balance de masa glaciar
GCI-BG-M001	Instructivo	Manual reglas de validación y consistencia de la operación estadísticas balance glaciar
GCI-BG-F002	Formato	Formato para la recolección de datos e información de campo del balance de masa glaciar
GCI-GB-G003	Guía	Guía para el procesamiento de datos para el cálculo de balance de masa glaciar
GCI-BG-MO001	Documento Metodológico	Metodología de la operación estadística "balance de masa glaciar"
GCI-BG-PG001	Plan General	Plan general para la operación estadística "Balance de masa glaciar"

Tabla 1. Lista de documentos relacionados en el SGI

5. Desarrollo de la actividad

5.1. Actividades previas al desarrollo de la campaña de campo


Las actividades previas al desarrollo de la campaña de campo deben ser constatadas a través de la **"lista de chequeo para la planeación de la recolección de datos primarios del balance de masa glaciar"**.

5.2. EQUIPOS Y MATERIALES

El IDEAM tiene a disposición los siguientes equipos y materiales indispensables para el monitoreo glaciar datos de campo:

**Generación de Conocimiento e Investigación****Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar****Código:** GCI-BG-I001**Versión:** 04**Fecha:** 11/05/2026

Equipo/Material	Función
Balanza electrónica de precisión	Pesar muestras de nieve o neviza para calcular la densidad de la nieve y el hielo.
Baterías recargables tipo AA y AAA	Suministro de energía para los equipos como: GPS, Radioteléfonos y linternas.
Bolígrafo	Registro escrito de datos.
Cámara fotográfica	Toma de fotografías y videos de la recolecta de datos.
Cartuchos de gas comprimido Butano/Propano	Fuente de energía de la Perforadora de hielo Heucke Ice Drill.
Cinta métrica	Medición de emergencias en cada una de las balizas o estacas instaladas sobre el glaciar.
Dron Multirrotor DJI Phantom	Toma de fotografías aéreas a baja altura sobre el terreno para la generación de cartografía actualizada, modelamientos del terreno y reconocimiento aéreos de terrenos inexplorados.
GNSS diferencial Topcon Hiper V	Obtener datos para la construcción de la cartografía glaciar, por medio de la implementación de métodos topográficos tradicionales de terreno o levantamientos topográficos para obtener información sobre el área, perímetro o relieve del glaciar.
GPS Garmin tipo Etrex 30	Obtener la posición en coordenadas de latitud, longitud y altitud del glaciar de puntos. Es útil para orientación en terreno, ubicación de las balizas o estacas y levantamiento de rutas de acceso y recorridos y medición de distancias.
Libreta de campo	Registro de información o datos adicionales al formato de campo
Pala para nieve	Permite la excavación, remoción y manipulación del manto de nieve de forma eficiente, facilitando el acceso a estratos de nieve o hielo para su estudio.
Perforadora de hielo a vapor "Heucke Ice Drill"	Perforar hielo mediante vapor de agua caliente a presión. La máquina usa agua líquida la cual es calentada a presión hasta producir suficiente vapor que mediante una manguera se

	Generación de Conocimiento e Investigación Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-I001 Versión: 04 Fecha: 11/05/2026
--	---	--

Equipo/Material	Función
	conduce para fundir la nieve y el hielo abriendo agujeros de aproximadamente una (1) pulgada de diámetro y de 10 a 12 metros de profundidad. El agujero se usa para insertar las balizas o estacas. Utiliza gas propano/butano como combustible.
Radiotéfonos portátiles	Comunicación instantánea entre miembros del personal.
Sonda de nieve	Medición de la acumulación de nieve sobre la capa de hielo del glaciar.
Teléfono móvil	De uso personal

Tabla 2. Lista de equipos y elementos necesarios en las campañas de campo.

5.3. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

En temporadas de lluvias (las dos temporadas “normales” de lluvia) es común encontrar balizas o secciones de baliza ocultas bajo la nieve. En este caso se deberá hacer la aproximación con GPS de navegación e iniciar su búsqueda con palas de nieve en un área de 5 metros a la redonda del sitio marcado por el GPS. La técnica consiste en hacer zanjas irradiando desde el punto GPS. Para facilitar su hallazgo, al inicio de la temporada de lluvias se debe esparcir aserrín alrededor de la baliza en un radio de 2 metros, de tal manera que al palear la nieve los rastros de aserrín ayudan a la ubicación de la baliza.

Cuando las medidas de emergencia sean en la sección número 1 o sección inferior, se debe en el sitio evaluar, de acuerdo con el comportamiento temporal del clima y la tendencia de la medición anterior y la actual, la necesidad de una nueva perforación para la siguiente campaña de campo. En caso afirmativo se dejará como “observación”. En todo caso no se debe correr el riesgo que entre periodos de medición la sección número 1 quede totalmente por fuera del hielo.

En caso de lluvia o bajas temperaturas que impidan la escritura en los formatos se acude a grabaciones de voz o vídeo utilizando teléfono móvil o cámara fotográfica.

El uso de GPS de navegación puede omitirse en el caso que se tenga contacto visual con la baliza. En todo caso se debe verificar el número de la baliza.



5.4. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

Con el fin de asegurar la calidad de la toma de datos en campo, han sido establecidos algunos parámetros que deben ser tenidos en cuenta en el proceso de recolección de datos primarios en campo:

- Tomar registro fotográfico o de video con teléfono móvil o cámara fotográfica de los formatos diligenciados.
- Una vez se obtenga señal de teléfono móvil o de internet, se deben procurar enviar las fotografías, videos o mensajes de voz al número celular o correo electrónico del líder de la operación estadística.
- Salvaguarda de la información de recolección de datos primarios diligenciados en el FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR, en el almacenamiento en nube o servicio de alojamiento de archivos, perteneciente al Grupo de monitoreo de ecosistemas de alta montaña a través del servicio de Google Drive ® destinado para este fin
-

5.5. METODOLOGÍA DE TRABAJO

5.5.1. Recolección de datos de balizas en campo

- I. Aproximarse a la baliza usando GPS de navegación y siempre seguir las normas básicas de progresión sobre hielo y nieve, teniendo cuidado de no compactar la nieve con las pisadas, debido a que se puede alterar la medida del espesor de la nieve.
- II. Ubicar y llegar al sitio de cada baliza o estaca de acuerdo con el orden establecido previamente en oficina.
- III. Verificar que se está en la baliza correspondiente a medir observando el número de la placa que la identifica en la parte superior de la sección No. III. Debe tomarse la respectiva foto antes de registrar los datos medidos.



Generación de Conocimiento e Investigación
Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar

Código: GCI-BG-I001
Versión: 04
Fecha: 11/05/2026

IV. Registrar en el FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR (GCI-BG-F002) correspondiente las siguientes medidas en este orden:

- Nombre del glaciar
- Fecha (formato: dd/mm/aaaa)
- Observador
- Número de la Baliza
- Número de la sección
- Emergencia (en metros)
- Profundidad de la nieve (en metros y promediando tres medidas alrededor de la baliza)
- Perforación (si se realiza la perforación marcar con una "X" en "SI", marcar la nueva sección y emergencia en metros)
- Observaciones: anotaciones de cualquier aclaración, evento, eventualidad, etc. Si no la hay, escribir "sin observaciones"

NOMBRE DEL GLACIAR:							
FECHA: dd/mm/AAAA				OBSERVADOR:			
# Baliza	Sección	Emergencia (metros)	Nieve (metros)	PERFORACIÓN			Observaciones
				SI	Nueva sección	Nueva emergencia (metros)	
			1. 2. 3.	Promedio			
			1. 2. 3.	Promedio			
			1. 2. 3.	Promedio			
			1. 2. 3.	Promedio			

Figura 1. Ejemplo del formato de recolección de datos en campo

V. Incluir el caso cuando hay perforación. Se debe reinsertar la baliza en el mismo sitio o uno a máximo dos metros a la redonda , georreferenciar si hay cambio

de posición. Pintar la baliza de color que sea llamativo, dejar una emergencia de mínimo 50 cm. Tomar de nuevo la medida de emergencia. Tomar de nuevo la fotografía.



Figura 2. Identificación de las balizas presentes en el área glaciar.

VI. Identificar el número de la sección en la cual se hará la medida.



Figura 3. Identificación de la sección de baliza a medir

- VII. El número de la sección de la baliza se encuentra tallado en cada uno de sus extremos y corresponde con un número romano (I, II, III).

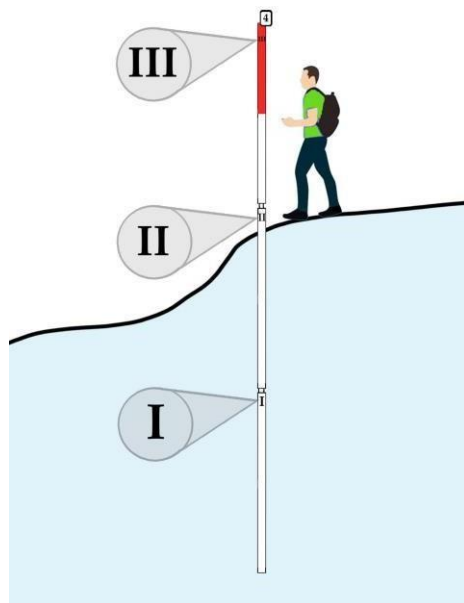


Figura 4. Diagrama de distribución de la numeración de las secciones de las balizas.

- VIII. Cada lectura de cada observación y medida debe ser pronunciada en voz alta y el registro escrito también en voz alta. La medida realizada con la cinta métrica debe ser verificada por el acompañante del observador. Cabe resaltar que estas mediciones deben realizarse con mínimo 2 personas, y máximo 4 personas, con el fin de garantizar la calidad en la toma del dato. Asimismo, la precisión de estas mediciones es de ± 1 cm.

Esta medición generalmente es realizada de abajo hacia arriba (de acuerdo con la baliza emergente), con el fin de mejorar la precisión de la toma del dato.



Figura 5. Medición de la emergencia de una baliza.

- IX. Dado que las cintas métricas suelen incluir dos sistemas de medición —el Sistema Métrico Decimal (metros, centímetros y milímetros) y el Sistema Inglés (pulgadas y pies)—, es fundamental prestar especial atención al momento de realizar la lectura de las medidas, con el fin de evitar errores de interpretación o conversión. Una lectura incorrecta entre ambos sistemas puede afectar los resultados esperados. Por esta razón, se recomienda verificar previamente el sistema de unidades que se está utilizando antes de registrar cualquier dimensión.

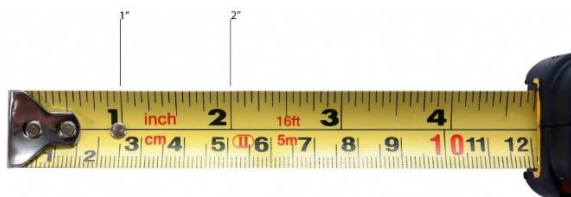


Figura 6. Referencia de los sistemas de medición en una cinta métrica.

- X. La medida lineal de la emergencia se realiza siguiendo la inclinación en que se encuentra la baliza.



Figura 7. Ejemplo de medición de una baliza recta o inclinada en el terreno.

- XI. Para el registro de la capa de nieve se hacen 3 mediciones por cada baliza alrededor de ésta aleatoriamente, pero en un círculo de un metro de diámetro, para luego promediar los resultados por baliza.



Figura 8. Sondeo del espesor de nieve en el monitoreo glaciar.

- XII. Tomar registro en video, audio y/o fotográfico de la colecta de datos teniendo en cuenta la escala (una persona al lado de la baliza) y hacerlo en sentido ascendente de la pendiente (de abajo hacia arriba).



Figura 9. Ejemplo de toma de fotografía de referencia de la medición de la sección emergente de una baliza.

5.6. **DIAGRAMA**

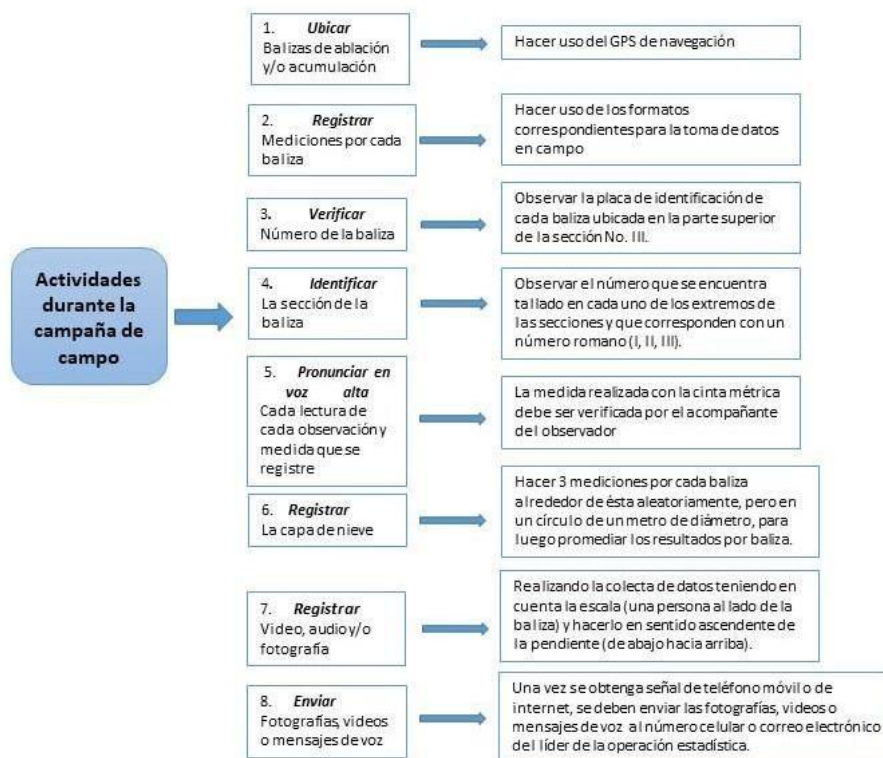



Figura 10. Diagrama de actividades de medición y toma de datos en campo.

	Generación de Conocimiento e Investigación Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar	Código: GCI-BG-I001 Versión: 04 Fecha: 11/05/2026
---	---	--

6. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

- Cogley, G., Hock, R., Rasmussen, A., Arendt, A., Bauder, A., Braithwaite, R., Jansson, P., Kaser, G., Möller, M., Nicholson, L. y Zemp, M. 2011. Glossary of Glacier Mass Balance and Related Terms, IHP-VII Technical Documents in Hydrology No. 86, IACS Contribution No. 2, COGLEY ET.AL.- IHP. Paris.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. (2012). Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. IDEAM. Bogotá. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2012. Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 344p
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2021. Documento Metodología para la operación estadística balance de masa glaciar. Colombia.
- Kaser, G., Fountain, A., & Jansson, P. (2003). A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. IHP-VI- Technical documents in hydrology.
- Rivera, A., Bown, F., Napoleoni, C., Muñoz, C., Vuille, M. 2016. Balance de masa glaciar. Ediciones CECs. Valdivia, Chile
- World Glacier Monitoring Service [Internet]. Wgms.ch. 'reference glaciers' for mass balance. Disponible en: https://wgms.ch/products_ref_glaciers/ World Meteorological Organization (WMO). (2018). Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8).

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar</p>	<p>Código: GCI-BG-I001 Versión: 04 Fecha: 11/05/2026</p>
---	--	---

7. CONTROL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción
01	25/05/2021	Creación del documento
02	30/06/2022	Actualización del documento
03	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-E-I001 a GCI-BG-I001.
04	11/05/2026	Se reestructura el instructivo para dar cumplimiento a NTC PE 1000:2020

Anexo 01

ASPECTOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Debido a las condiciones ambientales en las cuales se realiza la recolección de datos, el personal que realiza esta labor debe ostentar el mínimo equipo de alta montaña requerido así:

Categoría	Subcategoría	Elementos / Descripción
Vestimenta	—	Conjunto de indumentaria técnica para trabajo en ambiente glaciar
Protección térmica	Primera capa	Ropa de material licrado o térmico (transpirabilidad y retención de calor corporal)
	Segunda capa	Ropa de material polar o plumas (aislamiento térmico)
	Tercera capa	Ropa impermeable (protección contra lluvia, nieve o tormentas)
Accesorios de vestimenta	Cabeza	Gorro de material Polar
	Manos	1 par de guantes térmicos y 1 par de guantes impermeables
	Pies	Botas de <i>trekking</i> o glaciar; medias de material sintético o polar Polainas
Seguridad en el glaciar	Equipamiento técnico	Cuerda dinámica (mínimo 40 m), arnés, mosquetones (mínimo 2), cordinos de seguridad (mínimo 2), crampones, raquetas de nieve,

**Generación de Conocimiento e Investigación****Instructivo para la recolección de datos primarios de Balance de Masa Glaciar****Código:** GCI-BG-I001**Versión:** 04**Fecha:** 11/05/2026

		casco (cual?) batones de caminata gafas de nieve con filtro UVA/UVB/UBC piolet de marcha
Seguridad personal	Botiquín de primeros auxilios	¿????
	Material de curación	Gasas, curas, vendajes, esparadrapo, suero de rehidratación, suero fisiológico, bloqueador solar
	Instrumentos de curación	Tijeras, jeringas, depiladores de ceja, termómetro, pulsioxímetro
	Medicamentos	Medicamentos personales
	Apósitos	Apósitos varios
	Bloqueador solar	Bloqueador solar
Hidratación	—	Cantimplora, líquido rehidratante.
Alimentación	—	Alimentación según la jornada de trabajo