

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
|  | <b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b> | Código: M-GCI-E-G014 |
|  |  | Versión: 02          |
|  |  | Fecha: 30/06/2022    |
|  |  | Página: 1 de 6       |

## 1. OBJETIVO

Preparar conceptual y técnicamente al personal profesional que hace parte del equipo humano de monitoreo glaciar, para la ejecución de las tareas referidas al cálculo del *balance de masa glaciar* por el método directo.

## 2. ALCANCE

Esta Guía de entrenamiento aplica al método directo (*in situ*) para el cálculo del balance de masa glaciar en los sitios de monitoreo de la institución y aplicable a cualquier otro glaciar ecuatorial o de montaña. La guía está dirigida a un entrenamiento personalizado mediante el cual hay comunicación directa entre entrenador(a) y entrenado(a), utilizando datos reales institucionales y equipos propios de monitoreo glaciar.

## 3. DESARROLLO DEL ENTRENAMIENTO

### 3.1 Requisitos profesionales y evaluación

Los profesionales que ingresan al equipo humano que hace parte del monitoreo glaciar institucional deben reunir los siguientes requisitos:

- Profesional en áreas de ciencias de la Tierra (Geografía, Geología, Ingeniería Geográfica o Ingeniería ambiental, Ecología o afines) con conocimientos básicos de inglés.
- Experiencia mínima de un (1) año en trabajos de campo en áreas ambientales en ecosistemas de alta montaña.
- Conocimientos básicos en softwares de ofimática conocidos como hoja de cálculo y procesador de textos. Las aplicaciones más comunes de este tipo de programas son Microsoft Excel® y Microsoft Word®.
- Conocimientos básicos en manejo de sistemas de información geográfica - SIG..


Para el caso de contratistas, estos requisitos están previstos en los Estudios Previos.

Para el entrenamiento personalizado se debe estudiar los requisitos para cada participante con el fin de identificar insuficiencias temáticas y prácticas con el fin de hacer énfasis en ellas durante el entrenamiento. Una reunión previa en la que se identifiquen inhabilidades contribuirá al éxito del entrenamiento.

### 3.2 Duración y programa del entrenamiento

El entrenamiento está diseñado para una duración de ocho días, cuatro en oficina y cuatro en campo, con una intensidad de dos (2) horas diarias en oficina con lecturas adicionales y ocho (8) diarias en campo. Los siguientes cuadros muestran la distribución temática:

| Entrenamiento en Oficina |       |       |       |
|--------------------------|-------|-------|-------|
| Día 1                    | Día 2 | Día 3 | Día 4 |

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | <b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b> | Código: M-GCI-E-G014 |
|   |  | Versión: 02          |
|   |  | Fecha: 30/06/2022    |
|   |  | Página: 2 de 6       |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Conferencia sobre Glaciología y glaciares de Colombia | Conferencia sobre el proceso de cálculo del balance de masa | Ejercicio manual escrito sobre un cálculo de balance de masa con datos reales<br>Presentación del resultado por parte del entrenado(a) | Ejercicio del cálculo de un balance de masa usando la hoja de cálculo Excel o el aplicativo DHIME<br>Presentación del resultado por parte del entrenado(a) |
| Sistemas de archivos del Grupo de trabajo             | Familiarización de la hoja de cálculo Excel                 | Ejercicio manual: elaboración de un mapa de balance de masa<br>Presentación del resultado por parte del entrenado(a)                   | Ejercicio cartográfico: elaboración de un mapa de balance de masa usando un SIG<br>Presentación del resultado por parte del entrenado(a)                   |
| Lecturas sobre conceptos básicos de glaciología       | Lecturas sobre conceptos básicos de glaciología             | Conferencia: Equipos de monitoreo glaciar: Usos, precauciones y mantenimiento.   | Visita al Almacén institucional para familiarización y funcionamiento de los equipos de monitoreo glaciar  |

| Entrenamiento en campo  |   |   |   |
|---|---|---|---|
| Día 1   | Día 2   | Día 3   | Día 4   |
| Desplazamiento al lugar de monitoreo<br><br>Adaptación física a la altura<br><br>Alistamiento de equipos<br><br>Reunión para definir roles y actividades para el día siguiente<br><br>Pernoctar en los lugares habituales | Ascenso al sitio de recolección de datos:<br><br>- Uso de la vestimenta<br>- Descripción de la ruta<br>- Práctica con el GPS de navegación<br>- Descripción del sistema de balizas<br>- Toma de datos de campo<br>- Salvaguarda de datos en campo<br>- Simulación de situaciones no esperadas | Ascenso al sitio de recolección de datos:<br><br>- Práctica de levantamiento topográfico con GPS diferencial<br><br>- Práctica de perforación del hielo e instalación de balizas<br><br>- Práctica de vuelo fotogramétrico a baja altura con dron | Regreso -<br>Evaluación por parte del líder temático de la operación estadística. |


### 3.3 Materiales y Equipos

Para el entrenamiento personalizado en oficina se requiere de lo siguiente:

- Salón con TV y PC portátil (con los software Microsoft Office, ArGis), conexión a internet.
- Presentación de diapositivas con las temáticas del entrenamiento
- Hojas de papel milimetrado, regla, lápices de colores
- Copia digital de la hoja de cálculo Excel

Para el entrenamiento personalizado en campo se requiere de lo siguiente:

- Perforadora de hielo a vapor
- GPS diferencial
- GPS de navegación

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | <b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b> | Código: M-GCI-E-G014 |
|   |  | Versión: 02          |
|   |  | Fecha: 30/06/2022    |
|   |  | Página: 3 de 6       |

- Cinta métrica (5m)
- Sonda de nieve
- Equipo de seguridad en alta montaña
- Dron
- Cámara fotográfica
- Formatos de recolección de datos de campo
- Radio- teléfonos portátiles

### 3.4 Temáticas

Las temáticas a impartir en el entrenamiento en oficina de acuerdo con la duración y programación son las siguientes:


- Conceptos básicos de glaciología
- Glaciares de Colombia: Dinámica y evolución reciente
- Concepto de balance de masa glaciar (BM)
- Datos necesarios para un BM
- Selección de un glaciar de estudio
- Los sitios de BM en el Ideam (áreas, red de balizas, historia)
- El proceso del cálculo del BM usando la tabla Excel
- El proceso de elaboración de un mapa usando un SIG
- Redes de monitoreo y balances de masa mundiales
- El levantamiento topográfico
- La conformación de una red de balizas (perforación del hielo, instalación de balizas)
- Nivometría
- Fotogrametría a baja altura
- Planificación y ejecución de una campaña de campo
- Usuarios del BM
- Los informes institucionales de reporte del estado y tendencia
- Los equipos de monitoreo glaciar: usos, funcionamiento, prevención de problemas, mantenimiento
- Uso de la página web institucional
- Los formatos institucionales (administrativos y técnicos)

El(la) entrenador(a) tendrá en cuenta en el entrenamiento de oficina:

- Preparación minuciosa de cada temática utilizando para ellos los archivos disponibles en la institución (fotografías, videos, gráficas, informes, etc).
- Divulgar previamente el contenido, programación y material de lectura del entrenamiento.
- Controlar adecuadamente el desarrollo de los ejercicios prácticos de oficina
- Utilizar para los ejercicios prácticos de oficina los datos institucionales reales históricos del balance de masa para comparar y evaluar resultados finales.
- Evaluar el entrenamiento en oficina mediante pregunta-respuesta

Las temáticas a impartir en el entrenamiento en campo de acuerdo con la duración y programación son las siguientes:

- Correcta y oportuna planificación y gestión de actividades en terreno
- Uso adecuado de vestimenta y alimentación
- Progresión y seguridad en alta montaña

|  |   |                      |
|--|---|----------------------|
|  <p><b>IDEAM</b><br/>Instituto de Hidrología,<br/>Meteorología y<br/>Estudios Ambientales</p> | <p><b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b></p> | Código: M-GCI-E-G014 |
|  |   | Versión: 02          |
|  |   | Fecha: 30/06/2022    |
|  |   | Página: 4 de 6       |


- Rutas de acceso
- Historia de la instrumentación glaciar institucional
- Uso y práctica de GPS de navegación
- Uso y práctica de GPS diferencial
- Uso y práctica de la perforadora de hielo a vapor
- Toma de datos en la red de balizas: secuencia, registro, cuidados, verificación y salvaguarda.
- Toma de datos de profundidad de la nieve: Uso de la sonda, casos especiales.
- Práctica de vuelo fotogramétrico a baja altura
- Manejo de situaciones anómalas

El entrenador tendrá en cuenta para y en el entrenamiento en terreno:

- Gestionar lo pertinente para el entrenamiento de campo
- Preparación de los equipos para el campo
- Divulgar previamente las actividades diarias y sus tiempos
- Controlar adecuadamente el desarrollo de los ejercicios prácticos de campo de tal forma que el entrenado(a) pueda tener control de diversas situaciones.
- Evaluar habilidades aprendidas mediante pregunta-respuesta.

### 3.5 Evaluación

La evaluación del entrenamiento es realizada por parte del profesional especializado y líder temático de la operación estadística, mediante la aplicación de la siguiente lista de chequeo. Para lograr el aprobado, el entrenado(a) debe lograr un puntaje mínimo de 5.

|   |  |                      |
|---|--|----------------------|
|  | <b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b> | Código: M-GCI-E-G014 |
|   |  | Versión: 02          |
|   |  | Fecha: 30/06/2022    |
|   |  | Página: 5 de 6       |

### Lista de chequeo de evaluación del entrenamiento para la OE Balance de Masa Glaciar

Nombre entrenado(a):

Fecha:

- |  | SI                       | NO                       |
|--|--------------------------|--------------------------|
| 1. Manejo de conceptos básicos de glaciología  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 2. Manejo de conceptos básicos del método glaciológico directo                                       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 3. Alistamiento de equipos y aptitudes físicas para trabajos de campo                                | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. Toma de datos en campo sobre la superficie del glaciar (medición de balizas y topografía glaciar) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 5. Cálculo de parámetros de balance de masa glaciar  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 6. Elaboración de cartografía de balance de masa glaciar   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Calificación: \_\_\_ /6

Aprobado: SI / NO

Nombre entrenador(a):

Cargo:

Firma:

## 4. DOCUMENTOS RELACIONADOS

### Documentos técnicos afines

Las lecturas obligatorias y complementarias están disponibles en medio digital. Estas son, según la temática a entrenar:

- Conceptos básicos de glaciología.
- Conceptos relacionados con balance de masa de un glaciar (BMG).
- Cálculo de parámetros de balance de masa
- Lista de chequeo para campañas de campo
- Manual de instrucción para difusión WGMS
- Autodetenciones en nieve
- Caminar con crampones
- El mal de altura
- Técnicas de aseguramiento
- Informes institucionales de reporte del estado y tendencia de los glaciares.

## 5. BIBLIOGRAFÍA DE CONSULTA

|  |  |                      |
|--|--|----------------------|
|  | <b>GUÍA DE ENTRENAMIENTO PARA EL CÁLCULO DEL<br/>BALANCE DE MASA GLACIAR</b> | Código: M-GCI-E-G014 |
|  |  | Versión: 02          |
|  |  | Fecha: 30/06/2022    |
|  |  | Página: 6 de 6       |

- Francou y Pouyaud, 2004. Métodos de observación de glaciares en los Andes Tropicales: mediciones de terreno y procesamiento de datos de Bernard Francou y Bernard Pouyaud
- Flórez A. (1992). Los nevados de Colombia, glaciares y glaciaciones. Instituto Geográfico Agustín Codazzi-IGAC
- IDEAM (2012). Bogotá. D.C. Glaciares de Colombia, más que montañas con hielo. 344 p.
- IDEAM - Página web – Glaciares. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/glaciares>
- IDEAM - *Guía de procesamiento de datos para el cálculo del balance de masa glaciar*
- IDEAM - *Metodología de la operación estadística “Balance de Masa Glaciar”*
- IPCC, 2019: IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. O’Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama, N.M. Weyer (eds.)].
- Kaser, G., Fountain, A., & Jansson, P. (2003). A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. IHP-VI- Technical documents in hydrology.
- Marangunic, C. 2008. Manual de Glaciología. Volumen 2. Geoestudios LTDA, Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile. Santiago
- Rivera, A., F. Bown, F. Napoleoni, C. Muñoz y M. Vuille (2016). Balance de Masa glaciar. Ediciones CECs, Valdivia, Chile, 203 PP. Disponible en: <http://www.glaciologia.cl/libro.pdf>
- WGMS 2020. Global Glacier Change Bulletin No. 3 (2016-2017). Zemp, M., Gärtner-Roer, I., Nussbaumer, S. U., Bannwart, J., Rastner, P., Paul, F., and Hoelzle, M. (eds.), ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/WMO, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland, 274 pp., publication based on database version: doi:10.5904/wgms-fog-2019-12
- Zemp, M., Armstrong, R., Gärtner-Roer, I., Haeberli, W., Hoelzle, M., Käab, A., Raup, B. (2014). Introduction: Global Glacier Monitoring—a Long-Term Task Integrating in Situ Observations and Remote Sensing. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-79818-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-540-79818-7_1)

## 6. HISTORIAL DE CAMBIOS

| Versión | Fecha      | Descripción   |
|---------|------------|---|
| 1       | 25/05/2021 | Creación del documento                                  |
| 2       | 30/06/2022 | Ajustes al documento. Inclusión numeral 3.5 Evaluación. |

|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>ELABORÓ:</b><br><br><br><br><b>Jose Alejandro Ospina Niño</b><br>Contratista monitoreo glaciar | <b>REVISÓ:</b><br><br><br><br><b>Jorge Luis Ceballos Liévano</b><br>Profesional Especializado<br>Subdirección de Ecosistemas e<br>Información | <b>APROBÓ:</b><br><br><br><br><b>Ana Celia Salinas Martin</b><br>Subdirección de Ecosistemas e<br>Información Ambiental |
|---|---|---|