

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 1 de 16

1. OBJETIVO


Describir los pasos a seguir para recolectar los datos primarios 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

Recolección de los datos primarios del balance de masa glaciar con base en metodologías y técnicas de uso internacional y haciendo uso de la red de equipos e instrumentos glaciológicos e hidrometeorológicos que dispone el IDEAM, para el procesamiento y cálculo del balance de masa glaciológico.

3. DEFINICIONES

- **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 dentro de la superficie del hielo. Sirve como sensor con el cual se obtienen los datos mediante observaciones y mediciones directamente en campo de los cambios altitudinales de la superficie glaciar (Cogley et.al., 2011).
- **CAMPAÑA DE MEDICIÓN GLACIOLÓGICA:** trabajo de campo planificado en detalle ya que, generalmente, los lugares de trabajo en campo se encuentran distantes de centros poblados y en caso de accidentes o cualquier otro imprevisto la asistencia se hace complicada. Para las campañas de medición se deben llevar a cabo reuniones previas para definir las tareas que se realizarán en el terreno para poder cumplir la misión del trabajo (Rivera et.al, 2016).
- **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 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).
- **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).

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 2 de 16

- **EMERGENCIA DE LA BALIZA:** 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 DEL HIELO:** distancia vertical entre la superficie del glaciar y el lecho rocoso. El espesor del hielo se mide idealmente interpolando mediciones puntuales, realizadas con un equipo de radar de penetración de tierra (Cogley et.al., 2011).
- **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).
- **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.
- **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).

4. 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:

a) Vestimenta

- Protección térmica:
 - Primera capa: ropa de material licrado o térmico (permite transpirabilidad y retención del calor corporal)
 - Segunda capa: ropa de material polar o de plumas (permite aislamiento y brinda protección calórica)
 - Tercera capa: ropa de material impermeable (protección de lluvia, nevada o tormenta)
- Accesorios de vestimenta:
 - Cabeza: gorro de material polar
 - Manos: 1 par de guantes térmicos y 1 par de guantes impermeables
 - Pies: Botas trekking o para glaciar, medias de material sintético - polar

b) Seguridad en el glaciar:

- Cuerda dinámica (mínimo de 40 metros de longitud)
- Arnés
- Mosquetones (mínimo 2)
- Cordinos de seguridad (mínimo 2)

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 3 de 16

- Crampones
- Raquetas de nieve
- Casco
- Gafas de nieve (con filtro para rayos UVA UVB y UVC)
- Piolet de marcha

Seguridad personal

- Botiquín de primeros auxilios:

(M) Material de curación (gasas, curas, vendajes, esparadrapo, suero de rehidratación, suero fisiológico, bloqueador solar)

(I) Instrumentos de curación (tijeras, jeringas, depiladores de ceja, termómetro, pulsoxímetro)

(M) Medicamentos personales

(A) Apósitos

- Cantimplora
- Alimentación según la jornada de trabajo

5. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

** Para la recolección de datos primarios en campo No Aplica el uso de reactivos.*

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


Equipo/Material	Inventario	Función
Perforadora de hielo a vapor "Heucke Ice Drill"	En inventario	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 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.
Balanza electrónica de precisión	En inventario	Pesar muestras de nieve o neviza para calcular la densidad de la nieve y el hielo.
GNSS diferencial Topcon Hiper V	En inventario	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	En inventario	Obtener la posición en coordenadas de latitud, longitud y altitud

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 4 de 16

		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.
Dron Multirrotor DJI Phantom	En inventario	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.
Sonda de nieve	Elemento de consumo	Medición de la acumulación de nieve sobre la capa de hielo del glaciar.
Cinta métrica	Elemento de consumo	Medición de emergencias en cada una de las balizas o estacas instaladas sobre el glaciar.
Cámara fotográfica	En inventario	Toma de fotografías y videos de la recolecta de datos.
Cartuchos de gas comprimido Butano/Propano	Elemento de consumo	Fuente de energía de la Perforadora de hielo Heucke Ice Drill.
Baterías recargables tipo AA	Elemento de consumo	Suministro de energía para los equipos como: GPS, Radioteléfonos y linternas.
Bolígrafo	Elemento de consumo	Registro escrito de datos.
Libreta de campo	Elemento de consumo	Registro de información o datos adicionales al formato de campo
Radioteléfonos portátiles	En inventario	Comunicación instantánea entre miembros del personal.

6. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

- En temporadas de lluvia es común encontrar balizas o secciones de baliza ocultas bajo la nieve. En este caso se deberá hacer la aproximación con GPS 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 serrín alrededor de la baliza en un radio de 2 metros, de tal manera que al palear la nieve los rastros de serrín 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 video utilizando teléfono móvil o cámara fotográfica.

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 5 de 16

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

7. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

- 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

8. DESARROLLO

8.1. Actividades en oficina previas a las campañas de campo

- 8.1.1. Solicitud de los permisos de ingreso a los Parques Nacionales Naturales (dos semanas de anticipación) por medio de correo electrónico (permisos.investigacion@parquesnacionales.gov.co); indicando fechas, actividades a realizar y personas que asistirán en la recolección de los datos.
- 8.1.2. Solicitud de transporte terrestre para las personas encargadas de la toma de datos (8 días de anticipación). De ser necesario incluir en la solicitud alquiler de equinos.
- 8.1.3. Gestión de transporte de carga (diligenciar formatos) para los equipos que no se puedan transportar en el vehículo del personal.
- 8.1.4. Revisión e impresión de los datos obtenidos durante la campaña inmediatamente anterior.
- 8.1.5. Inspección de equipos que se van a utilizar durante la campaña de campo.
- 8.1.6. En el caso que sea necesaria la instalación o reinstalación de balizas de ablación, revisar el buen funcionamiento de la perforadora de hielo.
- 8.1.7. Es importante para la seguridad del encargado de la recolección de los datos el adecuado uso de los implementos y equipos personales para alta montaña.

8.2. Recolección de información de balizas

8.2.1. Aproximarse a la baliza usando GPS de navegación y siempre seguir las normas básicas de progresión sobre hielo y nieve.

8.2.2. Ubicar y llegar al sitio de cada baliza o estaca de acuerdo al orden establecido previamente en oficina.

8.2.3. Registrar en el *FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS E INFORMACIÓN DE CAMPO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR* correspondiente las siguientes medidas en este orden:

- a) Nombre del glaciar

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 6 de 16

- b) Fecha (formato: dd/mm/aaaa)
- c) Observador
- d) Número de la Baliza
- e) Número de la sección
- f) Emergencia (en metros)
- g) Profundidad de la nieve (en metros y promediando tres medidas alrededor de la baliza)
- h) Perforación (si se realiza la perforación marcar con una "X" en "SI", marcar la nueva sección y la nueva emergencia en metros)
- i) 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)	PERFORACION			Observaciones
				SI	Nueva sección	Nueva emergencia (metros)	
			1. _____ 2. _____ 3. _____ Promedio				
			1. _____ 2. _____ 3. _____ Promedio				
			1. _____ 2. _____ 3. _____ Promedio				
			1. _____ 2. _____ 3. _____ Promedio				

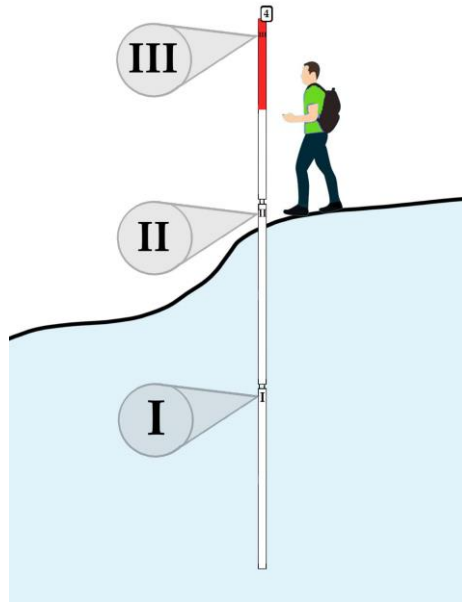
8.2.4. Verificar que se está en la baliza correspondiente a medir observando el número de la placa que la identifica en la parte superior de la sección No. III.



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



8.2.6. 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).



8.2.7. 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.



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



8.2.9. 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.



8.2.10. 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).

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 10 de 16



8.3. Levantamiento topográfico

Se realiza con equipo GNSS RECEIVER TOPCON HIPER V, el cual se compone de dos receptores fundamentales: La Base y El Móvil (Rover). La Base, como antena principal, siempre debe ser ensamblada en su respectivo trípode y cumplir con los requerimientos de aplomado habituales; en cambio la antena denominada Rover, responde a la modalidad de uso que sea elegida: modo Estático (mayor precisión - más tiempo) o RTK –Real Time Kinematic- (menor precisión – menor tiempo).


Notas importantes:

- 1) NUNCA ENCENDER LOS RECEPTORES SIN LAS ANTENAS PUESTAS (SE PUEDE QUEMAR EL RADIO)
- 2) NO USAR EN TORMENTAS O CONDICIONES ATMOSFÉRICAS MUY ADVERSAS
- 3) SIN IMPORTAR LA MODALIDAD, EL RECEPTOR MÓVIL SE DEBE APAGAR PRIMERO QUE EL RECEPTOR BASE.

A continuación el procedimiento de su uso

8.3.1. Modalidad: Estático

Siempre se debe empezar con encender y recibir la información con el receptor Base. En esta modalidad no es necesario usar la recolectora (Tablet). Los datos se guardan directamente en la memoria SD.

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 11 de 16

Para montaje de la Base:

- Trípode
- Base de Nivelación – Barra espaciadora (Verificar que los medidores no están al límite)
- Receptor (Antena, Tarjeta SD, Batería)
- Debe estar aplomado mediante el Nivel -Ojo de Pollo- con ayuda del nivelador del centro de la placa para poder iniciar el proceso

Para tomar un punto en el modo Estático es necesario encender el Receptor, esperar a que tenga conexión con GPS y GLONASS y presionar tres veces seguidas el botón de encendido. Se emitirá un sonido continuo que corresponde a la toma de información. Cuando se decida terminar con la toma se debe presionar nuevamente el botón de encendido tres veces. Al presionar el botón se debe intentar hacer el menor movimiento e interferir mínimamente la placa del receptor.

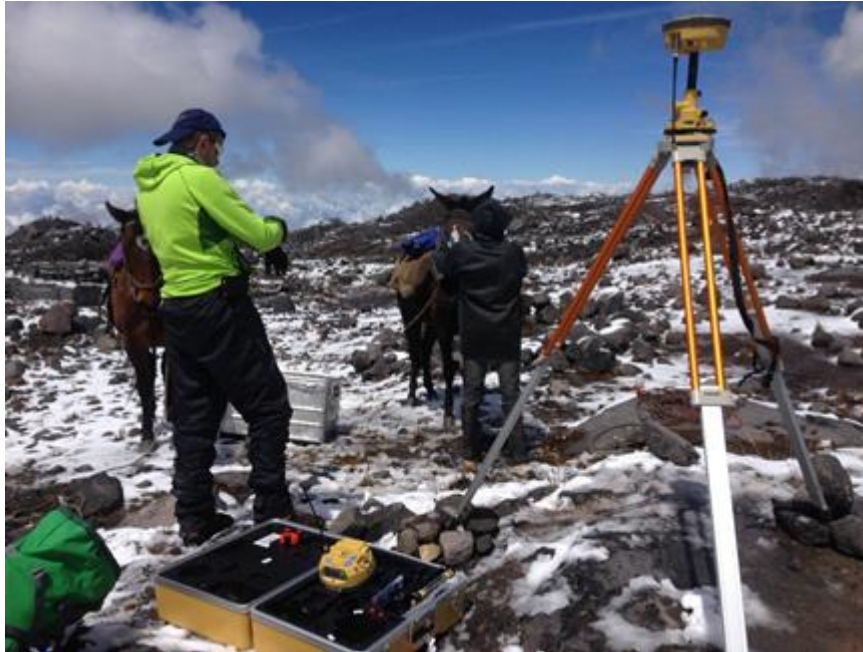
En esta modalidad se recomienda dejar habilitado el proceso durante mínimo 15 minutos, para que los receptores mejoren la precisión del cálculo de coordenadas.

Nota: Para cada punto se debe tomar datos básicos que deben ser consignados por el equipo de trabajo siguiendo la tabla anexa en el numeral 8.3.3.

Para montaje del móvil:

- Bastón
- Trípode
- Receptor (Antena, Tarjeta SD, Batería)
- Debe estar aplomado mediante el Nivel -Ojo de Pollo- del bastón

Al igual que el receptor base, se recomienda dejar habilitado el proceso durante mínimo 15 minutos, para que los receptores mejoren la precisión del cálculo de coordenadas.



Montaje y toma de punto estático en campo

8.3.2 Modalidad: RTK

RTK (del inglés Real Time Kinematic) o navegación cinética satelital en tiempo real, es una técnica usada donde una sola estación de referencia proporciona correcciones en tiempo real, es decir sin ingresar un punto estático sino recolectando datos de manera continua.

Para esta modalidad siempre se debe empezar con encender y recibir la información con el receptor Base. En esta modalidad es necesario usar la recolectora (Tablet), ya que los datos se guardan directamente en su memoria. El software para el manejo en esta modalidad es MAGNET FIELD.

Para montaje de la Base:

- Trípode
- Base de Nivelación – Barra espaciadora (Verificar que los medidores no están al límite)
- Receptor (Antena, Tarjeta SD, Batería)
- Debe estar aplomado mediante el Nivel -Ojo de Pollo- con ayuda del nivelador del centro de la placa para poder iniciar el proceso

Para funcionamiento del software y realizar el levantamiento como tal se realizan los siguientes pasos:

1. Iniciado el MAGNET FIELD, se debe crear o seguir un proyecto asignando todos los datos correspondientes en la Ruta '*MAGNET FIELD -> Trabajo -> Nuevo*' con los siguientes datos clave:
 - a. Proyección: UTMNorth-Zone_18: 78W to 72N
 - b. Datum: WGS84
 - c. Geoide: GeoCol2004

	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 13 de 16

- d. Hora: UTM -5 (Bogotá-Lima)
- e. U. Linear: Metros
- f. U. Angular: DMS
2. Conectar la Base (verificar el serial): Conexión verificable en la recolectora (logo parte superior derecha) y en la botonera del receptor (Bluetooth Continuo -Verde-).
3. Iniciar la Base en la Ruta '*Sistema -> Iniciar Base*' y cargar coordenadas o en su defecto colocarlas; así como explicitar altura de la antena
4. Conectar el Móvil

Para montaje del móvil tener en cuenta:

- Bastón
- Bracket y Recolectora
- Receptor (Antena, Tarjeta SD, Batería)
- Debe estar aplomado mediante el Nivel -Ojo de Pollo- del bastón (uno o tres segundos)

Nota: Cuando se conecta el móvil, el Bluetooth de la base solo empieza a parpadear. (La conexión se hace por el radio).

5. Verificar estado de conexión en la Ruta '*Sistema -> Estado*'. Los SATÉLITES - DDOP - H - V, que son referentes de exactitud deben estar en los estándares correspondientes
6. Empezar el levantamiento según sea el requerimiento:
 - a. Solo un punto
 - i. Ruta '*Menú -> Registro -> Topo*'
 - ii. Asignar Código: Punto y perímetro
 - iii. Nivelar y guardar
 - b. Nube de puntos
 - i. Ruta: '*Menú -> Registro -> Captura continua*'
 - ii. Asignar Tiempo y Distancia Horizontal
 - iii. Nivelar y guardar

*Para tomar el punto se debe seguir la simbología del menú en la parte inferior derecha. Disquete: 1 seg
Topógrafo: 3 seg. El tiempo hace referencia a la cantidad de segundos que hay que esperar para tomar las coordenadas.

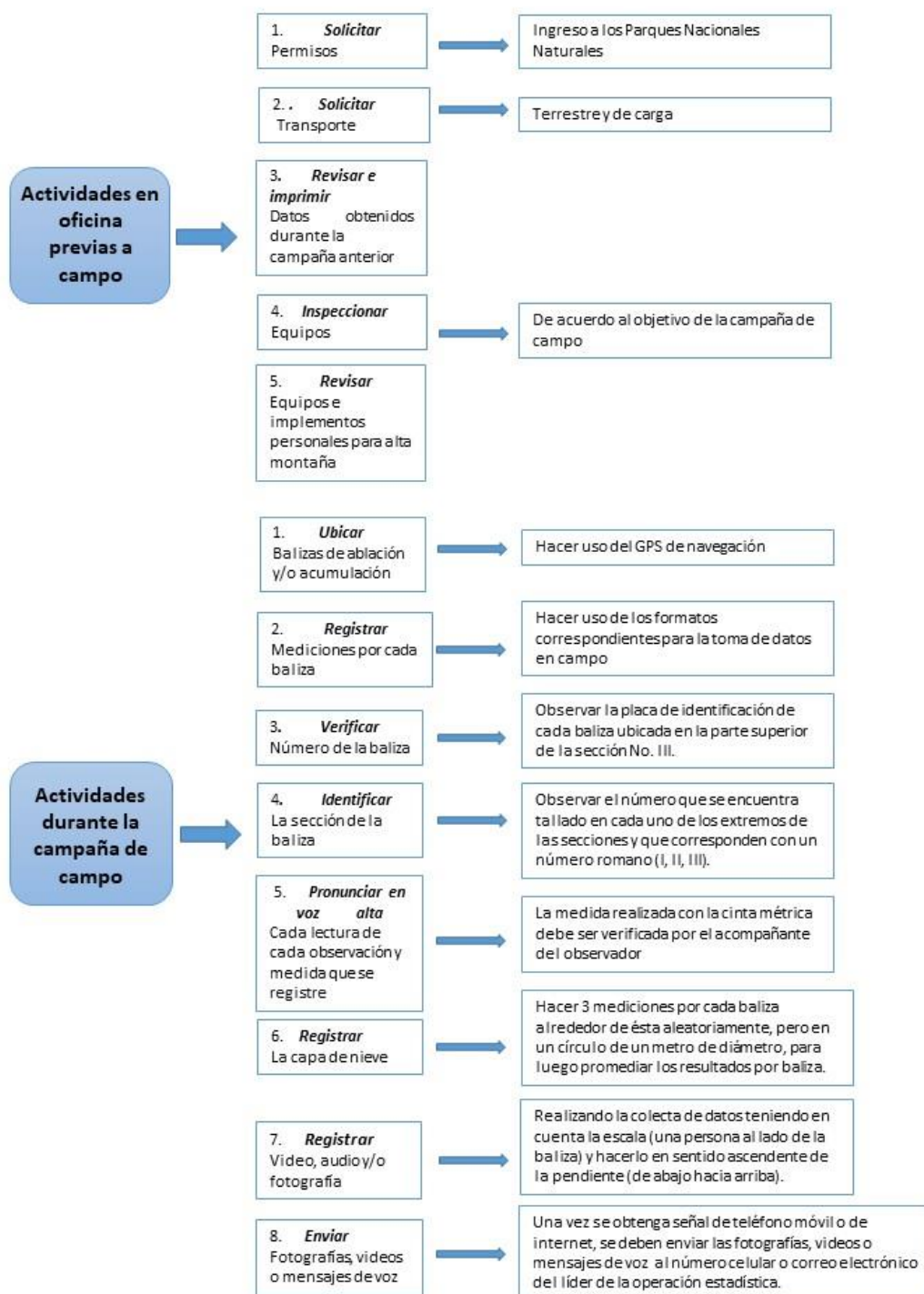
7. Calcular un perímetro o área
 - a. Ruta: '*Menú -> Editar -> Códigos -> Perímetro o Área -> Anadir Capa*'

Se debe asignar el código en el menú para que se muestre en la pantalla los trazos que son equivalentes a la unión de los puntos.

8. Para terminar el trabajo debemos desconectar el móvil
 - a. Ruta: '*Menú -> Conectar -> Desconectar*'

*Después de este momento se puede apagar la base y dar por terminado/pausado el proyecto.

9. DIAGRAMA



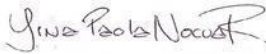
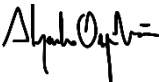


	INSTRUCTIVO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS PRIMARIOS DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-I001
		Versión: 02
		Fecha: 30/06/2022
		Página: 16 de 16

10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

- Francou y Pouyaud. 2004. Métodos de observación de glaciares en los Andes Tropicales. Mediciones de terreno y procesamiento de datos. Great Ice. IRD. Francia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2021. Documento Metodología para la operación estadística balance de masa glaciar. Colombia.

11. HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción
01	25/05/2021	Creación del documento
02	30/06/2022	Actualización del documento

ELABORÓ:  Yina Paola Nocua Ruge Contratista  José Alejandro Ospina Niño Contratista Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	REVISÓ:  Jorge Luis Ceballos Liévano Profesional Especializado Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental	APROBÓ:  Ana Celia Salinas Martín Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental
--	--	--