 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 1 de 27

1. OBJETIVO

Proporcionar la metodología para el cálculo del balance de masa glaciar con datos provenientes de campo, por el método glaciológico o directo, utilizando las herramientas de procesamiento definidas por el IDEAM y que aplica a un glaciar colombiano, ecuatorial o de montaña.

2. ALCANCE

Esta Guía presenta el desarrollo de la metodología para el cálculo algebraico del balance de masa glaciar para un periodo de observación cualquiera y para análisis de datos históricos. El proceso contiene nueve etapas secuenciales desde el registro de los datos primarios hasta la actualización de la gráfica multianual del balance de masa glaciar, para un sitio de estudio enfocado a un glaciar colombiano, ecuatorial o de montaña.

3. DESARROLLO


Para el cálculo del balance de masa glaciar se presentan los siguientes prerequisites:

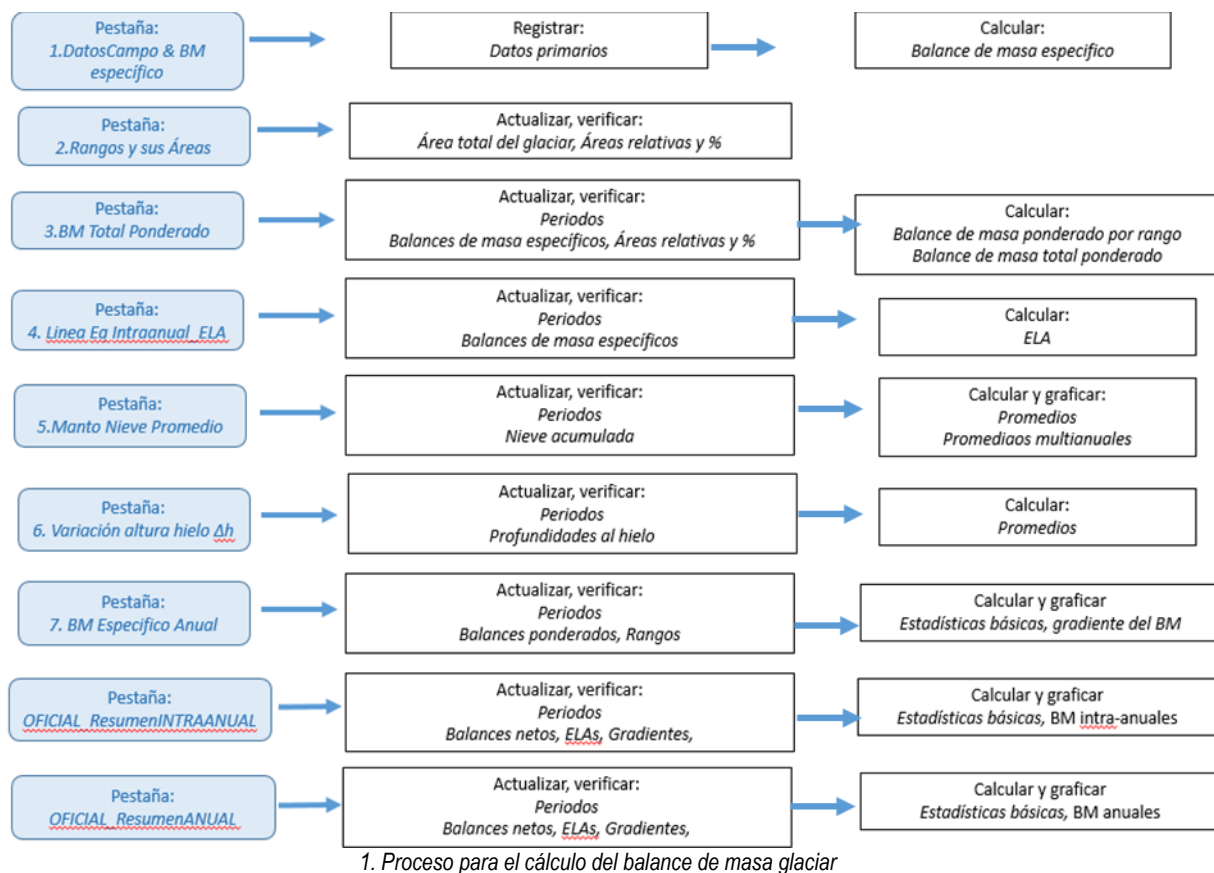
- Archivo *hoja de cálculo de Microsoft Excel® del balance de masa glaciar* con el diseño de pestañas, filas y columnas con la formulación de operaciones algebraicas.
- Datos primarios de campo validados (Fecha, No. Baliza, No. Sección, Emergencia, Profundidad de la nieve).
- Datos de nueva perforación del hielo (en el caso que se realice perforación).
- Área total del glaciar.
- Rangos altitudinales y su área relativa.
- Coordenadas de las balizas

El proceso para el cálculo del balance de masa glaciar puede ser realizado mediante *Microsoft Office – Excel* o la plataforma DHIME. A continuación, se describen los procesos de acuerdo con el software seleccionado.

3.1. Cálculo del balance de masa glaciar en Excel:

El desarrollo de este proceso en Excel presenta la siguiente secuencia metodológica:

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 2 de 27



3.1.1. Transcripción de datos primarios

Actualizar la tabla correspondiente a la *hoja de cálculo Excel para el cálculo del balance de masa glaciar*, se debe ingresar a la pestaña “1. Datos Campo y BM Específico”, copiar en un espacio en blanco la tabla correspondiente al ciclo hidrológico del año a calcular, y luego con los datos primarios obtenidos en campo completar la sección correspondiente a “DATOS TOMADOS EN CAMPO”. La fuente de estos datos primarios es la consignada en el *Formato para la recolección de datos e información de campo del balance de masa glaciar*, la cual es verificada por mínimo dos profesionales a cargo del monitoreo glaciar, con el fin de evitar errores de transcripción de la información de datos de campo a la hoja de cálculo. Es conveniente verificar el correcto funcionamiento de las macros-Excel para cada hoja de cálculo del archivo correspondiente al balance de masa para asegurar los resultados.

Página: 3 de 27

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 4 de 27

```
install.packages("readxl")
install.packages("sp")
install.packages("sf")
install.packages("gstat")

library(readxl)
library(sp)
library(sf)
library(gstat)

conejas_2021 <- read_excel("G:/Mi unidad/imputacion/conejeras_2021.xlsx")
View(conejeras_2021)
str(conejeras_2021)
datos_sp <- conejas_2021
coordinates(datos_sp) <- ~NORTE+ESTE
```

4. Instalación de librerías, importación y transformación a datos espaciales

Seguidamente, registrar las coordenadas de las balizas que se desea imputar o importar los datos de las mismas, e imputar mediante la técnica IDW las dos variables de interés (*Profundidad al hielo* y *Espesor de la nieve*), los cuales pueden ser consultados en la consola de RStudio.

```
punto<-st_sfc(st_point(c(1024135.72,856529.2)))
res_profundidad<- idw(datos_sp$`Profundidad al hielo en medicion ACTUAL(m)`~1,datos_sp,punto)
res_profundidad
res_espesor<- idw(datos_sp$`Espesor de la nieve(m)`~1,datos_sp,punto)
res_espesor|
```

5. Interpolación de las variables de interés

```
Console Terminal
G:/Mi unidad/imputacion/
> res_profundidad<- idw(datos_sp$`Profundidad al hielo en medicion ACTUAL(m)`~1,datos_sp,punto)
[inverse distance weighted interpolation]
> res_profundidad
Simple feature collection with 1 feature and 2 fields
Geometry type: POINT
Dimension: XY
Bounding box: xmin: 1024136 ymin: 856529.2 xmax: 1024136 ymax: 856529.2
CRS: NA
var1.pred var1.var geometry
1 4.346682 NA POINT (1024136 856529.2)
> res_espesor<- idw(datos_sp$`Espesor de la nieve(m)`~1,datos_sp,punto)
[inverse distance weighted interpolation]
> res_espesor
Simple feature collection with 1 feature and 2 fields
Geometry type: POINT
Dimension: XY
Bounding box: xmin: 1024136 ymin: 856529.2 xmax: 1024136 ymax: 856529.2
CRS: NA
var1.pred var1.var geometry
1 0.03257773 NA POINT (1024136 856529.2)
>
```

6. Resultados de interpolación de las variables de interés

3.1.3. Cálculo de balance de masa específico

Luego de actualizar los datos de campo satisfactoriamente, la sección "CÁLCULO DE BALANCE DE MASA ESPECÍFICO" realizará el cálculo de forma automática de la siguiente manera:

 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	Código: M-GCI-E-G013	
	Versión: 02	
	Fecha: 30/03/2022	
	Página: 5 de 27	

Ciclo Hidrológico 2019																	
Medición I																	
DATOS OBTENIDOS EN CAMPO						CÁLCULO BALANCE DE MASA NETO ESPECÍFICO											
Tomados por: JORGE LUIS CEBALLOS					25/04/2019												
Observaciones	Baliza No.	Emergencia		Espesor de la nieve (m)	Perforación (x)			N° de días entre mediciones	HIELO			NIEVE			b. Balance neto específico (mm. ea)		
		sección	Emergencia (m)		SI (X)	Sección	Nueva emergencia (m)		Nueva profundidad al hielo (m)	Profundidad al hielo en medición ACTUAL (m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR (m)	Δh Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos (m)	Espesor de la nieve en medición ACTUAL (m)	Espesor de la nieve en medición ANTERIOR (m)		Δn Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos (m)	Densidad de la nieve entre los últimos dos periodos (g/cm3)
	1	III	1,57	0,13				61	1,7	0,85	-0,85	0,13	0,03	0,10	0,7	-695	
	2	II	1,33	0,14					3,47	2,9	-0,57	0,14	0,14	0,00	0,7	-513	
	3	III	1,39	0,21					1,6	1,77	0,17	0,21	0,64	-0,43	0,4	-19	
	4	II	1,43	0,22					3,65	3,76	0,11	0,22	0,64	-0,42	0,4	-69	
	5	II	0,28	0,72					3	3,04	0,04	0,72	1,13	-0,41	0,4	-128	
	6	II	0,32	0,45	x	III	0,05		0,5	2,77	3,12	0,35	0,45	0,95	-0,50	0,44	95
	7	III	1,50	1,63					3,13	4,2	1,07	1,63	2,71	-1,08	0,44	488	
	8	III	0,43	1,62					2,05	3,79	1,74	1,62	3,36	-1,74	0,44	800	
	9	III	1,69	2,46					4,15	5,05	0,9	2,46	3,32	-0,86	0,44	432	
	10	III	0,70	2,39					3,09	4,12	1,03	2,39	3,32	-0,93	0,44	518	

7. Hoja de cálculo de balance de masa glaciar

- Nº de días entre mediciones: corresponde a la resta entre la fecha actual menos la fecha inmediatamente anterior a la toma de los datos en campo.

DATOS TOMADOS EN CAMPO									
Datos Tomados por: Francisco Rojas y Jorge Luis Ceballos								5/09/2019	
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve (m)	SI	Sección	Nueva emergencia (m)	Nueva profundidad al hielo (m)	
7	i	i	0,05	0,00					
8	iii	iii	1,85	0,00					
9	ii	ii	1,70	0,00					
9A	ii	ii	1,15	0,00					
10	iii	iii	1,50	0,00					
11	ii	ii	1,28	0,00					
12A	iii	iii	1,16	0,00					
13	ii	ii	1,25	0,00					
14	iii	iii	0,87	0,05					

DATOS TOMADOS EN CAMPO									
Datos Tomados por: Alejandro Ospina								2/11/2019	
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve (m)	SI	Sección	Nueva emergencia (m)	Nueva profundidad al hielo (m)	
7	i	i	0,73	0,04	x	iii	0,75	0,79	
8	ii	ii	0,36	0,08					
9	i	i	0,25	0,12					
9A	ii	ii	1,40	0,20					
10	ii	ii	0,06	0,15					
11	ii	ii	1,47	0,28					
12A	iii	iii	1,36	0,23					
13	ii	ii	1,57	0,25	x	ii	1,46	3,71	
14	iii	iii	1,04	0,30					

8. N° de días entre mediciones

- Profundidad al hielo en medición ACTUAL (m): corresponde a la suma de la emergencia y el espesor de la nieve de los datos de campo actuales. Si la sección en la que se encontró la baliza fue la "i" automáticamente el sistema va a sumar 4 m que corresponden a las medidas de la baliza "ii" y "iii", si la baliza se encontró en la sección "ii" el sistema automáticamente suma 2 m correspondientes a la sección "iii" de la baliza.

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 8 de 27

Ciclo Hidrológico 2019 Medición VII																
DATOS TOMADOS EN CAMPO								CÁLCULO BALANCE DE MASA ESPECÍFICO								
Datos Tomados por: Alejandro Ospina								2/11/2019								
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve(m)	¿Perforación?(x)			Nº de días entre mediciones	HIELO			NIEVE			b, Balance específico (mm, g)	
					SI	Sección	Nueva emergencia(m)		Nueva profundidad al hielo(m)	Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	Δh Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos(m)	Espesor de la nieve en medición ACTUAL(m)	Espesor de la nieve en medición ANTERIOR(m)		Δh Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos(m)
	7	i	0,73	0,04	x	iii	0,75	0,79	58	4,77	4,05	-0,72	0,04	0,00	0,04	-632
8	ii		0,36	0,08						2,44	1,85	-0,59	0,08	0,00	0,08	-499
9	i		0,25	0,12						4,37	3,7	-0,67	0,12	0,00	0,12	-555
9A	ii		1,40	0,20						3,6	3,15	-0,45	0,2	0,00	0,2	-325
10	ii		0,06	0,15						2,21	1,5	-0,71	0,15	0,00	0,15	-579
11	ii		1,47	0,28						3,75	3,28	-0,47	0,28	0,00	0,28	-311
12A	iii		1,36	0,23						1,59	1,16	-0,43	0,23	0,00	0,23	-295
13	ii		1,57	0,25	x	ii	1,46	3,71		3,82	3,25	-0,57	0,25	0,00	0,25	-413
14	iii		1,04	0,30						1,34	0,92	-0,42	0,3	0,05	0,25	-278



Ciclo Hidrológico 2019 Medición VIII															
DATOS TOMADOS EN CAMPO							CÁLCULO BALANCE DE MASA ESPECÍFICO								
Datos Tomados por: Francisco Rojas							10/12/2019								
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve(m)	¿Perforación?(x)		Nueva profundidad al hielo(m)	Nº de días entre mediciones	HIELO			NIEVE			b, Balance específico (mm, g)
					SI	Sección			Nueva emergencia(m)	Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	Δh Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos(m)	Espesor de la nieve en medición ACTUAL(m)	Espesor de la nieve en medición ANTERIOR(m)	
	7	iii	1,22	0,02				38	1,24	0,79	-0,45	0,02	0,04	-0,02	-413
	8	ii	0,76	0,02					2,78	2,44	-0,34	0,02	0,08	-0,06	-330
	9	i	0,62	0,02					4,64	4,37	-0,27	0,02	0,12	-0,1	-283
	9A	ii	1,67	0,02					3,69	3,6	-0,09	0,02	0,20	-0,18	-153
	10	ii	0,45	0,10					2,55	2,21	-0,34	0,10	0,15	-0,05	-326
	11	ii	1,71	0,05					3,76	3,75	-0,01	0,05	0,28	-0,23	-101
	12A	iii	1,70	0,02					1,72	1,59	-0,13	0,02	0,23	-0,21	-201
	13	ii	1,76	0,12					3,88	3,71	-0,17	0,12	0,25	-0,13	-205
	14	iii	1,22	0,21					1,43	1,34	-0,09	0,21	0,30	-0,09	-117

12. Espesor de la nieve en medición anterior

- Variación en espesor de la nieve entre los últimos dos periodos: corresponde a la diferencia del espesor de la nieve en medición actual y el espesor de la nieve en medición anterior.

 <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 9 de 27

Espesor de la nieve en medición
ACTUAL (m) – Espesor de la nieve en
medición ANTERIOR (m)

Ciclo Hidrológico 2019 Medición VIII															
DATOS TOMADOS EN CAMPO								CÁLCULO BALANCE DE MASA ESPECÍFICO							
Datos Tomados por: Francisco Rojas								10/12/2019							
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve(m)	¿Perforación?(x)			Nº de días entre mediciones	HIELO			NIEVE		b, Balance específico (mm.es)	
					SI	Sección	Nueva emergencia(m)		Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	a, Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos(m)	Espesor de la nieve en medición ACTUAL(m)	Espesor de la nieve en medición ANTERIOR(m)		a, Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos(m)
	7	iii	1,22	0,02				38	1,24	0,79	-0,45	0,02	0,04	-0,02	-413
	8	ii	0,76	0,02					2,78	2,44	-0,34	0,02	0,08	-0,06	-330
	9	i	0,62	0,02					4,64	4,37	-0,27	0,02	0,12	-0,1	-283
	9A	ii	1,67	0,02					3,69	3,6	-0,09	0,02	0,20	-0,18	-153
	10	ii	0,45	0,10					2,55	2,21	-0,34	0,10	0,15	-0,05	-326
	11	ii	1,71	0,05					3,76	3,75	-0,01	0,05	0,28	-0,23	-101
	12A	iii	1,70	0,02					1,72	1,59	-0,13	0,02	0,23	-0,21	-201
	13	ii	1,76	0,12					3,88	3,71	-0,17	0,12	0,25	-0,13	-205
	14	iii	1,22	0,21					1,43	1,34	-0,09	0,21	0,30	-0,09	-117

13. Variación en espesor de la nieve entre los últimos dos periodos

- Balance específico (mm.es): es la sumatoria entre el resultado de la multiplicación entre la variación de la profundidad del hielo entre los últimos dos periodos y la densidad del hielo (0,9 gr/cm³) y la variación en el espesor de la nieve entre los últimos dos periodos por la densidad de la nieve (0,4 gr/cm³).


(Δh Variación en la profundidad del hielo entre últimos dos periodos (m)* 0,9) + (Δn Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos (m)*0,4)

Ciclo Hidrológico 2019 Medición VIII															
DATOS TOMADOS EN CAMPO								CÁLCULO BALANCE DE MASA ESPECÍFICO							
Datos Tomados por: Francisco Rojas					10/12/2019										
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve(m)	¿Perforación?(x)			Nº de días entre mediciones	HIELO			NIEVE		b, Balance específico (mm.es)	
					SI	Sección	Nueva emergencia(m)		Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	Δh Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos(m)	Espesor de la nieve en medición ACTUAL(m)	Espesor de la nieve en medición ANTERIOR(m)		Δn Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos(m)
	7	iii	1,22	0,02				38	1,24	0,79	-0,45	0,02	0,04	-0,02	-413
	8	ii	0,76	0,02					2,78	2,44	-0,34	0,02	0,08	-0,06	-330
	9	i	0,62	0,02					4,64	4,37	-0,27	0,02	0,12	-0,1	-283
	9A	ii	1,67	0,02					3,69	3,6	-0,09	0,02	0,20	-0,18	-153
	10	ii	0,45	0,10					2,55	2,21	-0,34	0,10	0,15	-0,05	-326
	11	ii	1,71	0,05					3,76	3,75	-0,01	0,05	0,28	-0,23	-101
	12A	iii	1,70	0,02					1,72	1,59	-0,13	0,02	0,23	-0,21	-201
	13	ii	1,76	0,12					3,88	3,71	-0,17	0,12	0,25	-0,13	-205
	14	iii	1,22	0,21					1,43	1,34	-0,09	0,21	0,30	-0,09	-117

14. Balance específico

3.1.4. Áreas y rangos altitudinales

Las áreas y los rangos altitudinales utilizados en el cálculo del balance de masa glaciar se encuentran determinados en la pestaña "2. Rangos y sus Áreas".

 Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 10 de 27

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM												
SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS												
GLACIAR CONEJERAS, VOLCAN NEVADO SANTA ISABEL												
ÁREA Y RANGOS ALTITUDINALES UTILIZADOS EN EL CÁLCULO												
PERIODO	ÁREA TOTAL (Km ²)	Rango 1		Rango 2		Rango 3		Rango 4		Rango 5		Check%
		Área hasta cota 4675	% Rango 1	Área cota 4675-4705	% Rango 2	Área cota 4705-4735	% Rango 3	Área cota 4735-4795	% Rango 4	Área cota 4795-4905	% Rango 5	
		(Balizas 1, 2 y 3)		(Balizas 4, 5 y 6)		(Balizas 7, 8 y 9)		(Balizas 9A,10,11,12 y 12A)		(Balizas 13 y 14)		
2006	0,218	0,034	15,50%	0,026	11,91%	0,042	19,45%	0,116	53,15%	0,020	8,51%	100,00%
2007	0,233	0,031	13,06%	0,025	10,88%	0,042	18,03%	0,116	49,52%	0,020	8,51%	100,00%
2008	0,230	0,027	11,85%	0,025	10,85%	0,042	18,31%	0,116	50,34%	0,020	8,65%	100,00%
2009	0,226	0,024	10,59%	0,024	10,82%	0,042	18,58%	0,116	51,21%	0,020	8,80%	100,00%
2010	0,221	0,020	8,98%	0,024	10,91%	0,042	18,93%	0,116	52,22%	0,020	8,96%	100,00%
2011	0,217	0,016	7,31%	0,024	11,01%	0,042	19,29%	0,116	53,26%	0,020	9,14%	100,00%
2012	0,201			0,024	11,74%	0,042	20,83%	0,116	57,56%	0,020	9,87%	100,00%
2013	0,200			0,023	11,50%	0,042	20,87%	0,116	57,73%	0,020	9,90%	100,00%
2014	0,200			0,023	11,29%	0,042	20,92%	0,116	57,87%	0,020	9,92%	100,00%
2015	0,200			0,022	11,23%	0,042	20,95%	0,116	57,90%	0,020	9,92%	100,00%
2016	0,158			0,004	2,38%	0,019	12,01%	0,116	73,09%	0,020	12,53%	100,00%
						Área hasta cota 4735 (Rango3)	% Rango 3	Área cota 4735-4795 (Rango4)	% Rango 4	Área cota 4795-4910 (Rango5)	% Rango 5	Check%
2017	0,141					0,050	35,58%	0,078	55,47%	0,013	8,95%	100,00%
2018	0,121					0,040	33,33%	0,069	57,38%	0,011	9,26%	99,98%
						Área cota 4680 -4725 (Rango3)	% Rango 3	Área cota 4725-4785 (Rango4)	% Rango 4	Área cota 4785-4893 (Rango5)	% Rango 5	Check%
2019	0,105					0,037	35,20%	0,059	56,14%	0,0091	8,66%	100,00%
2020	0,087					0,030	35,00%	0,049	56,00%	0,0078	9,00%	100,00%
1.DatosCampo y BM Especifico 2.Rangos y sus Áreas 3.BM Total Ponderado 4. Linea Eq In ...												

15. Áreas y rangos altitudinales

El cálculo de las respectivas áreas y rangos altitudinales se realiza automáticamente de la siguiente manera:

- **Periodo:** hace referencia al año en el que se realiza el cálculo.
- **Área total (Km²):** corresponde al área determinada mediante el levantamiento topográfico más actual respecto al periodo a calcular.
- **Rangos altitudinales:** diferenciados como "Rango 1", "Rango 2", "Rango 3", "Rango 4" y "Rango 5", son las 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 en el rango en cuestión (Francou y Pouyaud, 2004).

3.1.5. Balance de masa total ponderado

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 11 de 27

		INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS E INFORMACIÓN AMBIENTAL GLACIAR CONEJERAS, VOLCAN NEVADO SANTA ISABEL BALANCE DE MASA TOTAL PONDERADO																										
Año	Periodo	Área relativa por rango(%)	Balance pondera do por rango	Balizas del rango2			Bala nce Prom edio del rango	Área relativ a por rango(%)	Balance pondera do por rango	Balizas del rango4					Balance Promedi o del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderad o por rango	Balizas del rango5					Balance Promedi o del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderad o por rango	Balance total ponderado		
				4	5	6				7	8	9	9A	10				11	12	12A	13	14					15	
2018	31/1/2018 a 8/3/2018									-488	-417	-328	-411.0	33,33%	-137.0	-367.0	-214	-450	-437	-367.0	57,39%	-210.6	-350	-90	-220	9,26%	-20.4	-368.0
	8/3/2018 a 10/4/2018									-405	-389	-303	-365.7	33,33%	-121.9	-331.7	-195	-381	-419	-331.7	57,39%	-190.3	-95	-180	-137.5	9,26%	-12.7	-325.0
	10/4/2018 a 18/5/2018									-79	-21	-94	-64.7	33,33%	-21.6	72	20	-22	-23	11.7	57,39%	6.7	70	52	61	9,26%	5.6	-9.2
	18/5/2018 a 20/6/2018									-405	-235	-274	-304.7	33,33%	-101.6	-270	-65	-58	-108	-125.3	57,39%	-71.9	-60	-25	-42.5	9,26%	-3.9	-177.4
	20/6/2018 a 24/7/2018									13	84	39	45.3	33,33%	15.1	30	34	83	88	58.8	57,39%	33.7	40	84	62	9,26%	5.7	54.6
	24/7/2018 a 15/8/2018									8	98	12	39.3	33,33%	13.1	23	32	56	73	46.0	57,39%	26.4	62	91	76.5	9,26%	7.1	46.6
	15/8/2018 a 17/9/2018									-488	-168	-397	-351.0	33,33%	-117.0	-367	-352	-192	-198	-277.3	57,39%	-159.1	-103	-21	-62	9,26%	-5.7	-281.9
	17/9/2018 a 20/10/2018									-415	-393	-349	-385.7	33,33%	-128.6	-318	-350	-306	-299	-318.3	57,39%	-182.7	-184	-29	-106.5	9,26%	8.9	-321.1
	20/10/2018 a 24/11/2018									-495	-467	-412	-458.0	33,33%	-152.7	-439	-439	-274	-582	-433.5	57,39%	-248.8	-264	-71	-167.5	9,26%	-15.5	-417.0
	24/11/2018 a 10/12/2018									-315	-252	-180	-249.0	33,33%	-83.0	-125	-148	-351	-369	-273.3	57,39%	-156.8	-86	55	-15.5	9,26%	-1.4	-241.2
10/12/2018 a 12/2/2019									-1386	-1539	-1350	-1425.0	33,33%	-475.0	-1341	-1413	-1440	-1566	-1440.0	57,39%	-826.4	-714	-600	-757	9,26%	-70.1	-1371.5	
2019	12/2/2019 a 12/3/2019									-549	-621	-477	-549.0	35,20%	-193.3	-657	-478	-540	-522	-549.3	56,14%	-308.3	-456	-394	-425	8,66%	-36.8	-538.4
	12/3/2019 a 4/5/2019									-1026	-963	-981	-990.0	35,20%	-348.5	-891	-1214	-945	-909	-989.8	56,14%	-555.6	-840	-668	-754	8,66%	-65.3	-969.4
	4/5/2019 a 19/6/2019									-1044	-945	-954	-981.0	35,20%	-345.4	-891	-1035	-846	-828	-900	56,14%	-505.2	-882	-522	-702	8,66%	-60.8	-911.4
	19/6/2019 a 13/7/2019									-311	-284	-257	-284.0	35,20%	-100.0	-118	-118	-257	-176	-167.25	56,14%	-93.9	-165	-95	-130	8,66%	-11.3	-205.1
	13/7/2019 a 24/8/2019									-517	-427	-373	-439.0	35,20%	-154.5	-332	-260	-247	-283	-280.5	56,14%	-157.5	-240	-99	-169.5	8,66%	-14.7	-326.7
	24/8/2019 a 5/9/2019									-216	-207	-270	-231.0	35,20%	-81.3	-243	-216	-207	-270	-234	56,14%	-131.4	-234	-155	-194.5	8,66%	-16.8	-229.5
	5/9/2019 a 2/11/2019									-632	-499	-555	-562.0	35,20%	-197.8	-325	-579	-311	-295	-377.5	56,14%	-211.9	-413	-278	-345.5	8,66%	-29.9	-439.7
	2/11/2019 a 10/12/2019									-413	-330	-283	-342.0	35,20%	-120.4	-153	-326	-101	-201	-195.25	56,14%	-109.6	-205	-117	-161	8,66%	-13.9	-243.9
10/12/2019 a 28/01/2020									-1475	-1178	-872	-1175.0	35,00%	-411.3	-1142	-913	-1181	-1376	-1153	56,00%	-645.7	-880	-644	-662	9,00%	-59.6	-1116.5	
		1.DatosCampo y BM Especifico		2.Rangos y sus Áreas		3.BM Total Ponderado		4. Línea Eq In ...																				

16. Balance de masa total ponderado

Para el cálculo del balance de masa total ponderado se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- **Año:** corresponde al año en el que se realiza el cálculo del balance de masa glaciar.
- **Periodo:** fecha de la toma de datos en campo anterior y fecha de la toma de datos actual.
- **Balizas por rango altitudinal:** el dato corresponde al balance específico (mm.ea) obtenido en la pestaña "1. Datos Campo y BM Especifico" para cada baliza correspondiente a cada rango altitudinal.

Año	Periodo	Área relativa por rango(%)	Balance pondera do por rango	Balizas del rango2			Bala nce Prom edio del rango	Área relativ a por rango(%)	Balance pondera do por rango	Balizas del rango3			Balance Promedi o del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderad o por rango	Balizas del rango4					Balance Promedi o del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderad o por rango
				4	5	6				7	8	9				9A	10	11	12	12A			
2019	12/2/2019 a 12/3/2019									-549	-621	-477	-549	35,20%	-193,3	-657	-478	-540		-522	-549,3	56,14%	-308,3
	12/3/2019 a 4/5/2019									-1026	-963	-981	-990	35,20%	-348,5	-891	-1214	-945		-909	-989,8	56,14%	-555,6
	4/5/2019 a 19/6/2019									-1044	-945	-954	-981	35,20%	-345,4	-891	-1035	-846		-828	-900	56,14%	-505,2
	19/6/2019 a 13/7/2019									-311	-284	-257	-284	35,20%	-100,0	-118	-118	-257		-176	-167,25	56,14%	-93,9
	13/7/2019 a 24/8/2019									-517	-427	-373	-439	35,20%	-154,5	-332	-260	-247		-283	-280,5	56,14%	-157,5
	24/8/2019 a 5/9/2019									-216	-207	-270	-231	35,20%	-81,3	-243	-216	-207		-270	-234	56,14%	-131,4
	5/9/2019 a 2/11/2019									-632	-499	-555	-562	35,20%	-197,8	-325	-579	-311		-295	-377,5	56,14%	-211,9
	2/11/2019 a 10/12/2019									-413	-330	-283	-342	35,20%	-120,4	-153	-326	-101		-201	-195,25	56,14%	-109,6
	10/12/2019 a 28/01/2020									-1475	-1178	-872	-1175	35,00%	-411,3	-1142	-913	-1181		-1376	-1153	56,00%	-645,7
2020	28/01/2020 a 15/04/2020									-2034	-1728	-2070	-1944	35,00%	-680,4	-1971	-1665	-2007		-2025	-1917	56,00%	-1073,5
	15/04/2020 a 16/05/2020									-729	-729	-729	-729	35,00%	-255,2	-576	-576	-576		-688,5	-567	56,00%	-385,6
	16/05/2020 a 23/06/2020									-720	-720	-720	-720	35,00%	-252,0	-576	-576	-558		-567	-567	56,00%	-317,5
										Balizas del rango3			Balance Promedi	Área relativa	Balance ponderad	Balizas del rango4					Balance Promedi	Área relativa	Balance ponderad
										7	8	9				9A	10		12	12A			

Ciclo Hidrológico 2019 Medición VIII																
DATOS TOMADOS EN CAMPO										CÁLCULO BALANCE DE MASA ESPECÍFICO						
Datos Tomados por: Francisco Rojas										10/12/2019						
Observaciones	Baliza No.	Sección	Emergencia (m)	Espesor de la nieve(m)	SI	Sección	Nueva emergencia(m)	Nueva profundidad al hielo(m)	Nº de días entre mediciones	HIELO			NIEVE			b. Balance específico (mm,ea)
										Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	Δh Variación en profundidad del hielo entre últimos dos periodos(m)	Profundidad al hielo en medición ACTUAL(m)	Profundidad al hielo en medición ANTERIOR(m)	Δh Variación en espesor de la nieve entre últimos dos periodos(m)	
	7	III	1,22	0,02					38	1,24	0,79	-0,45	0,02	0,04	-0,02	-413
	8	II	0,76	0,02				2,78		2,78	-0,34	0,02	0,08	-0,06	-360	
	9	I	0,62	0,02				4,64		4,37	-0,27	0,02	0,12	-0,1	-284	
	9A	II	1,67	0,02				3,69		3,6	-0,09	0,02	0,20	-0,18	-153	
	10	II	0,45	0,10				2,55		2,21	-0,34	0,10	0,15	-0,05	-326	
	11	II	1,71	0,05				3,76		3,75	-0,01	0,05	0,28	-0,23	-101	
	12A	III	1,70	0,02				1,72		1,59	-0,13	0,02	0,23	-0,21	-201	
	13	II	1,76	0,12				3,88		3,71	-0,17	0,12	0,25	-0,13	-205	
	14	III	1,22	0,21				1,43		1,34	-0,09	0,21	0,30	-0,09	-117	

17. Balance de masa total

	Código: M-GCI-E-G013	
	Versión: 02	
	Fecha: 30/03/2022	
	Página: 12 de 27	

- Balance promedio del rango: corresponde al promedio del balance de masa específico para cada baliza por rango altitudinal (rango 1, rango 2, rango 3, rango 4, rango 5).

Promedio entre el balance de masa específico para cada baliza correspondiente al rango altitudinal

Año	Periodo	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango2			Balance Promedio del rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango3			Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango4					Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	
				4	5	6				7	8	9				9A	10	11	12	12A				
2019	12/2/2019 a 12/3/2019									-549	-621	-477	-549	35,20%	-193,3	-657	-478	-540		-522	-549,3	56,14%	-308,3	
	12/3/2019 a 4/5/2019									-1026	-963	-981	-990	35,20%	-348,5	-891	-1214	-945		-909	-989,8	56,14%	-555,6	
	4/5/2019 a 19/6/2019									-1044	-945	-954	-981	35,20%	-345,4	-891	-1035	-846		-828	-900	56,14%	-505,2	
	19/6/2019 a 13/7/2019									-311	-284	-257	-284	35,20%	-100,0	-118	-118	-257		-176	-167,25	56,14%	-93,9	
	13/7/2019 a 24/8/2019									-517	-427	-373	-439	35,20%	-154,5	-332	-260	-247		-283	-280,5	56,14%	-157,5	
	24/8/2019 a 5/9/2019									-216	-207	-270	-231	35,20%	-81,3	-243	-216	-207		-270	-234	56,14%	-131,4	
	5/9/2019 a 2/11/2019									-632	-499	-555	-562	35,20%	-197,8	-325	-579	-311		-295	-377,5	56,14%	-211,9	
	2/11/2019 a 10/12/2019									-413	-330	-283	-342	35,20%	-120,4	-153	-326	-101		-201	-195,25	56,14%	-109,6	
	10/12/2019 a 28/01/2020									-1475	-1178	-872	-1175	35,00%	-411,3	-1142	-913	-1181		-1376	-1153	56,00%	-645,7	
2020	28/01/2020 a 15/04/2020									-2034	-1728	-2070	-1944	35,00%	-680,4	-1971	-1665	-2007		-2025	-1917	56,00%	-1073,5	
	15/04/2020 a 16/05/2020									-729	-729			35,00%	-255,2	-603		-774		-688,5	56,00%	-385,6		
	16/05/2020 a 23/06/2020										-720	-720		35,00%	-252,0	-576		-558		-567	56,00%	-317,5		
										Balizas del rango3			Balance Promedio	Área relativa	Balance ponderado		Balizas del rango4					Balance Promedio	Área relativa	Balance ponderado
										7	8	9					9A	10	11	12	12A			


18. Balance promedio del rango

- Área relativa por rango %: corresponde al área en porcentaje de cada rango altitudinal calculado en la pestaña "2. Rangos y sus Áreas".

PERIODO	ÁREA TOTAL (Km²)	Rango 1		Rango 2		Rango 3		Rango 4	
		Área hasta cota 4675	% Rango 1	Área hasta cota 4675-4705	% Rango 2	Área hasta cota 4705-4735	% Rango 3	Área hasta cota 4735-4795	% Rango 4
		(Balizas 1, 2 y 3)		(Balizas 4, 5 y 6)		(Balizas 7, 8 y 9)		(Balizas 9A, 10, 11, 12 y 12A)	
2006	0,218	0,034	15,50%	0,026	11,91%	0,042	19,45%	0,116	53,15%
2007	0,233	0,031	13,06%	0,025	10,88%	0,042	18,03%	0,116	49,92%
2008	0,230	0,027	11,85%	0,025	10,85%	0,042	18,31%	0,116	50,34%
2009	0,226	0,024	10,59%	0,024	10,82%	0,042	18,58%	0,116	51,21%
2010	0,221	0,020	8,98%	0,024	10,91%	0,042	18,93%	0,116	52,22%
2011	0,217	0,016	7,31%	0,024	11,01%	0,042	19,29%	0,116	53,26%
2012	0,201			0,024	11,74%	0,042	20,83%	0,116	57,56%
2013	0,200			0,023	11,50%	0,042	20,87%	0,116	57,73%
2014	0,200			0,023	11,29%	0,042	20,92%	0,116	57,87%
2015	0,200			0,022	11,23%	0,042	20,95%	0,116	57,90%
2016	0,158			0,004	2,38%	0,019	12,01%	0,116	73,09%
2017	0,141					Área hasta cota 4735 (Rango3)	% Rango 3	Área hasta cota 4735-4795 (Rango4)	% Rango 4
2018	0,121					0,050	35,58%	0,078	55,47%
						0,040	33,33%	0,069	57,58%
2019	0,105					Área hasta cota 4680-4725 (Rango3)	% Rango 3	Área hasta cota 4725-4785 (Rango4)	% Rango 4
2020	0,087					0,037	35,20%	0,059	56,14%
						0,030	35,00%	0,049	56,00%

Balizas del rango3			Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango4					Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango
7	8	9				9A	10	11	12	12A			
-549	-621	-477	-549	35,20%	-193,273073	-657	-478	-540	-522	-549,25	56,14%	-308,33254	
-1026	-963	-981	-990	35,20%	-348,525214	-891	-1214	-945	-909	-989,75	56,14%	-555,61608	
-1044	-945	-954	-981	35,20%	-345,356803	-891	-1035	-846	-828	-900	56,14%	-505,233111	
-311	-284	-257	-284	35,20%	-99,9809705	-118	-118	-257	-176	-167,25	56,14%	-93,8891532	
-517	-427	-373	-439	35,20%	-154,548049	-332	-260	-247	-283	-280,5	56,14%	-157,46432	
-216	-207	-270	-231	35,20%	-81,32255	-243	-216	-207	-270	-234	56,14%	-131,360609	
-632	-499	-555	-562	35,20%	-197,849667	-325	-579	-311	-295	-377,5	56,14%	-211,917222	
-413	-330	-283	-342	35,20%	-120,399619	-153	-326	-101	-201	-195,25	56,14%	-109,607517	
-1475	-1178	-872	-1175	35,00%	-411,125	-1142	-913	-1181	-1376	-1153	56,00%	-645,68	

19. Área relativa por rango

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 13 de 27

- Balance ponderado por rango: es el resultado de la multiplicación entre el balance promedio del rango y el área relativa por rango (%).

Balance promedio del
rango * Área relativa por
rango (%)

Balizas del rango3			Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango4					Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango
7	8	9				9A	10	11	12	12A			
-549	-621	-477	-549	35,20%	-193,273073	-657	-478	-540		-522	-549,25	56,14%	-308,33254
-1026	-963	-981	-990	35,20%	-348,525214	-891	-1214	-945		-909	-989,75	56,14%	-555,61608
-1044	-945	-954	-981	35,20%	-345,356803	-891	-1035	-846		-828	-900	56,14%	-505,233111
-311	-284	-257	-284	35,20%	-99,9809705	-118	-118	-257		-176	-167,25	56,14%	-93,8891532
-517	-427	-373	-439	35,20%	-154,548049	-332	-260	-247		-283	-280,5	56,14%	-157,46432
-216	-207	-270	-231	35,20%	-81,32255	-243	-216	-207		-270	-234	56,14%	-131,360609
-632	-499	-555	-562	35,20%	-197,849667	-325	-579	-311		-295	-377,5	56,14%	-211,917222
-413	-330	-283	-342	35,20%	-120,399619	-153	-326	-101		-201	-195,25	56,14%	-109,607517
-1475	-1178	-872	-1175	35,00%	-411,25	-1142	-913	-1181		-1376	-1153	56,00%	-645,68

20. Balance ponderado por rango

- Balance total ponderado: corresponde a la suma de todos los balances ponderados por rango altitudinal.

Sumatoria de todos los
balances ponderados por
rango.

Balizas del rango4					Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balizas del rango5		Balance Promedio del Rango	Área relativa por rango(%)	Balance ponderado por rango	Balance total ponderado
9A	10	11	12	12A				13	14				
-657	-478	-540		-522	-549,25	56,14%	-308,33254	-456	-394	-425	0,08658421	-36,7982873	-538,403901
-891	-1214	-945		-909	-989,75	56,14%	-555,61608	-840	-668	-754	0,08658421	-65,284491	-969,425785
-891	-1035	-846		-828	-900	56,14%	-505,233111	-882	-522	-702	0,08658421	-60,7821123	-911,372027
-118	-118	-257		-176	-167,25	56,14%	-93,8891532	-165	-95	-130	0,08658421	-11,2559467	-205,12607
-332	-260	-247		-283	-280,5	56,14%	-157,46432	-240	-99	-169,5	0,08658421	-14,6760228	-326,688392
-243	-216	-207		-270	-234	56,14%	-131,360609	-234	-155	-194,5	0,08658421	-16,840628	-229,523787
-325	-579	-311		-295	-377,5	56,14%	-211,917222	-413	-278	-345,5	0,08658421	-29,914843	-439,681732
-153	-326	-101		-201	-195,25	56,14%	-109,607517	-205	-117	-161	0,08658421	-13,9400571	-243,947193
-1142	-913	-1181		1376	-1153	56,00%	-645,68	-680	-644	-662	0,09	-59,58	-1116,51

21. Balance total ponderado

3.1.6. Línea de equilibrio altitudinal (ELA)

En la pestaña “Línea Eq Intraanual ELA” se calcula la línea de equilibrio altitudinal o Equilibrium Line Altitude (ELA), la cual se determina a partir del balance de masa obtenido por baliza en función de la altitud: es la altura indicada por la curva cuando corta el eje de valor 0 del balance. (Francou y Pouyaud, 2004).

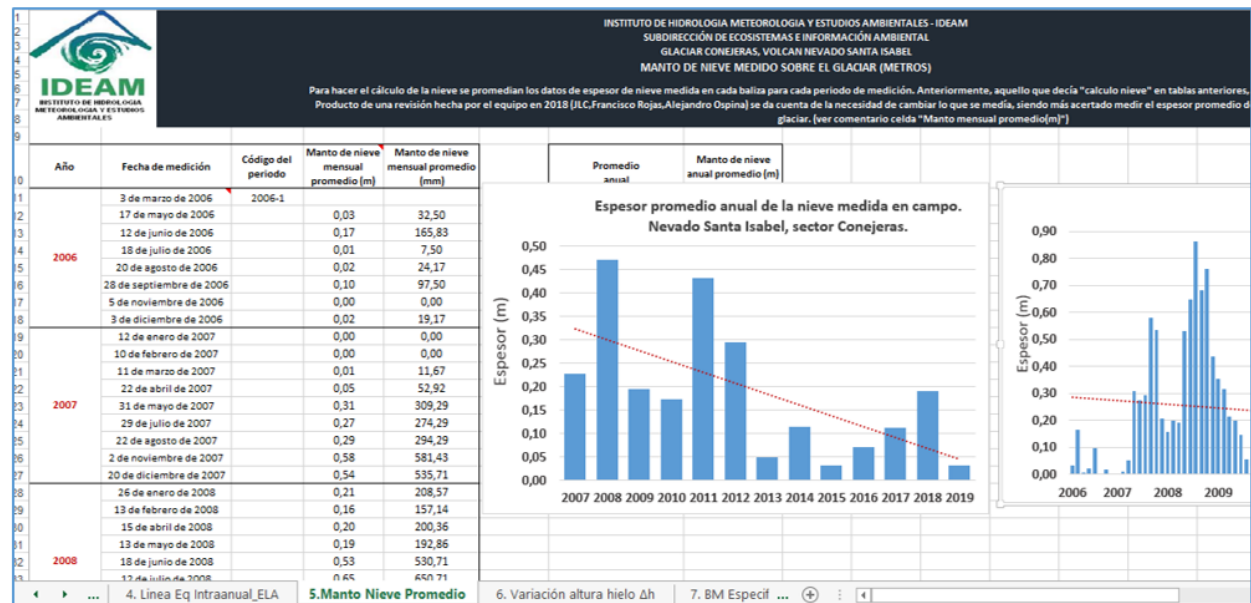
 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 14 de 27

			INSTITUTO DE HIDROLOGIA METEOROLOGIA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM																	
			SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS E INFORMACIÓN AMBIENTAL																	
			GLACIAR CONEJERAS, VOLCAN NEVADO SANTA ISABEL																	
			CÁLCULO DE LÍNEA DE EQUILIBRIO ALTITUDINAL (ELA)																	
Año	Periodo de medición	Periodo	Balance Balizas														ELA (msnm)			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	9A	10	11	12	12A		13	14	
2018	31/1/2018 a 2018-1								-488	-417	-328			-214	-450		-437	-350	-90	4875,75806
	8/3/2018 a : 2018-2								-405	-389	-303			-195	-381		-419	-95	-180	4859,93562
	10/4/2018 a 2018-3								-79	-21	-94	72		20	-22		-23	70	52	4757,96839
	18/5/2018 a 2018-4								-405	-235	-274	-270		-65	-58		-108	-60	-25	4800,19965
	20/6/2018 a 2018-5								13	84	39	30	34	83		88	40	84		4732,95072
	24/7/2018 a 2018-6								8	98	12	23	32	56		73	62	91		4720,58427
	15/8/2018 a 2018-7								-488	-168	-397	-367		-352	-192		-198	-103	-21	4817,46725
	17/9/2018 a 2018-8								-415	-393	-349	-		-350	-306		-299	-184	-29	4882,48985
	20/10/2018 2018-9								-495	-467	-412	-439		-439	-274		-582	-264	-71	4868,5816
	24/11/2018 2018-10								-315	-252	-180	-225		-148	-351		-369	-86	55	4825,8999
	10/12/2018 2018-11								-1386	-1539	-1350	-1341		-1413	-1440		-1566	-714	-800	4945,26967
2019	12/2/2019 a 2019-1								-549	-621	-477	-657		-478	-540		-522	-456	-394	4998,81024
	12/3/2019 a 2019-2								-1026	-963	-981	-891		-1214	-945		-909	-840	-668	4982,41392
	4/5/2019 a : 2019-3								-1044	-945	-954	-891		-1035	-846		-828	-882	-522	5000,17861
	19/6/2019 a 2019-4								-311	-284	-257	-118		-118	-257		-176	-165	-95	4842,9937
	13/7/2019 a 2019-5								-517	-427	-373	-332		-260	-247		-283	-240	-99	4866,93964
	24/8/2019 a 2019-6								-216	-207	-270	-243		-216	-207		-270	-234	-155	4964,55945
	5/9/2019 a : 2019-7								-632	-499	-555	-325		-579	-311		-295	-413	-278	4830,00069
	2/11/2019 a 2019-8								-413	-330	-283	-153		-326	-101		-201	-205	-117	4811,95238
	10/12/2019 2019-9								-1475	-1178	-872	-1142		-913	-1181		-1376	-680	-644	4899,40233


22. Línea de equilibrio altitudinal

3.1.7. El espesor de la nieve

El tratamiento de los datos del espesor de la capa de nieve se realiza en la pestaña “5. Manto Nieve Promedio” en la cual se registran los datos respectivos de campo, se ajustan a unidades métricas de análisis y se ejecutan estadísticas básicas como promedio anual y se actualizan las gráficas intra-anales o anuales



23. Espesor de la nieve

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR		Código: M-GCI-E-G013
			Versión: 02
			Fecha: 30/03/2022
			Página: 15 de 27

3.1.8. Variación de la profundidad al hielo

Para la manipulación de los datos de la profundidad al hielo (Δh), se dispone de la pestaña "6. Variación altura hielo Δh " donde se registran los valores por baliza y se calcula el promedio de las balizas medidas en la fila "PROMEDIO Δh respecto a la medición anterior". De esta forma se puede determinar fácilmente el cambio de espesor desde y hasta cualquier fecha de medición.


24. Variación de la profundidad al hielo

3.1.9. El balance de masa específico anual

En la pestaña "7. BM Específico Anual" se registra el total de cada año del balance específico por baliza como preámbulo para la etapa final.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	<div></div> <div>INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES - IDEAM SUBDIRECCIÓN DE ECOSISTEMAS E INFORMACIÓN AMBIENTAL GLACIAR CONEJERAS, VOLCAN NEVADO SANTA ISABEL BALANCE DE MASA ESPECÍFICO ANUAL (mm e.a.) Hasta 2017, datos históricos anuales por baliza provienen del archivo "BALANCE DE MASA ANUAL CONEJERAS_WGMS".</div>															
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9	Año/Baliza	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9a	10	11	12	12A	13
10	2006	-3845	-3936	-3845	-3207	-3076	-2893	-2874	-2537	-2188		-1597	-1934	-1736		
11	2007	-3236	-2532	-2628	-1950	-1524	-2233	-1855	-1368	-1238		-1208	-1253	-1468		58
12	2008	-1474	-1626	-1867	-839	-668	-1161	-1220	-534	-142		-105	-333	-880		222
13	2009	-6391	-5644	-6071	-4178	-4382	-4244	-3924	-3442	-2642		-2538	-2980	-3304		-2286
14	2010	-6291	-4510	-4220	-3703	-3945	-4353	-3282	-2874	-2954		-2900	-3781	-3190		-2797
15	2011	-1682	-2144	-2538	-1978	-1081	-1763	-1205	-1010	-675		-231	-790	-1185		248
16	2012				-3289	-3544	-4272	-3233	-3159	-2161		-1852	-3115	-2379		-1387
17	2013				-4800	-4941	-4136	-4243	-3543	-3593		-3122	-3759	-4670		-2516
18	2014				-5535	-5322	-5547	-4419	-4006	-3791		-3574	-4282	-4645		-2290
19	2015				-7352	-6573	-7121	-5822	-5665	-5196		-5528	-5953	-5676		-3766
20	2016				-5145	-5546	-5871	-7038	-6178	-5873		-5871	-5529			-3728
21	2017							-5980	-5140	-5054		-3571	-4286			-2091
22	2018							-4455	-3699	-3636	-3534	-3090	-3335		-3840	-1684
23	2019							-6183	-5454	-5022	-4752	-5139	-4635		-4860	-4115
24	2020															
25																
26		Rango 1	Rango 2	Rango 3	Rango 4	Rango 5										
27	2006	-3875	-3059	-2533	-1756											
28	2007	-2799	-1902	-1487	-1310	325										

25. Balance de masa específico anual

 IDEAM Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 16 de 27

3.2. Cálculo del balance de masa glaciar mediante la plataforma DHIME:

Antes de ingresar los datos a la plataforma DHIME es necesario verificar la necesidad de realizar imputación de datos faltantes, en caso de requerirse implementar lo descrito en el numeral 3.1.2, en caso contrario continuar con 3.2.

Una vez los datos primarios recolectados en campo son registrados en el *formato para la recolección de datos e información de campo del balance de masa glaciar* y paralelamente al uso de la *hoja de cálculo Excel para el cálculo del balance de masa glaciar*, dichos datos se registran en un aplicativo informático que cuenta con los mecanismos de seguridad y respaldos implementados por el IDEAM para garantizar la recuperación y la integridad de la base de datos.


Para esta fase se utiliza el ambiente de producción del componente de Glaciares dentro del Sistema de Información para la gestión de datos Hidrológicos y Meteorológicos del IDEAM (DHIME). El módulo o aplicativo de glaciares para la Operación Estadística Balance de Masa Glaciar en el DHIME es un sistema administrado por la Oficina de Informática.

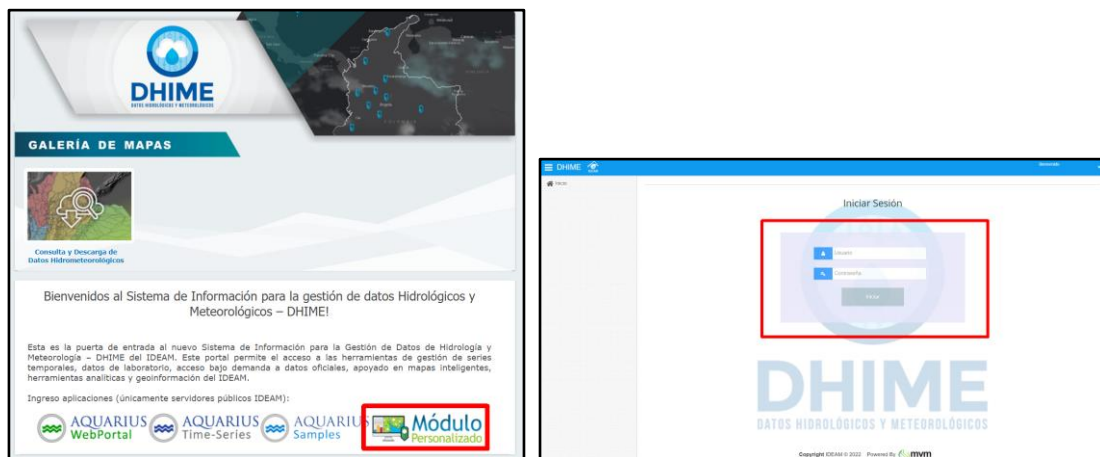
El sistema DHIME recopila en un sitio único el acceso público a la consulta y descarga de datos hidrometeorológicos; al igual que permite el acceso interno a servidores públicos del IDEAM a herramientas de gestión de series temporales, datos de laboratorio y acceso bajo demanda de datos oficiales del IDEAM, entre otras funcionalidades. La Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental hace uso activo de este sistema mediante el aplicativo de 'Glaciares', consistente en un ambiente de producción en el que se consolida la base de datos de la información levantada en campo, se hace el cálculo automático del balance de masa total y se generan unas salidas de información susceptibles a un análisis posterior.

A través del módulo correspondiente a la OE BMG, se aseguran de mejor manera los procesos de validación y consistencia de la información recolectada. Igualmente, al ser un sistema de Información oficial, permite llevar un registro de los cambios que se realizan a los datos primarios.

A continuación, se especifican los ambientes propios del aplicativo junto con sus funcionalidades básicas:

Los usuarios administradores del módulo de glaciares deben ingresar en la dirección <http://dhime.ideam.gov.co/> y entrar al módulo personalizado (izq). A continuación, deben ingresar usuario y contraseña (der) para hacer uso del mismo

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 17 de 27



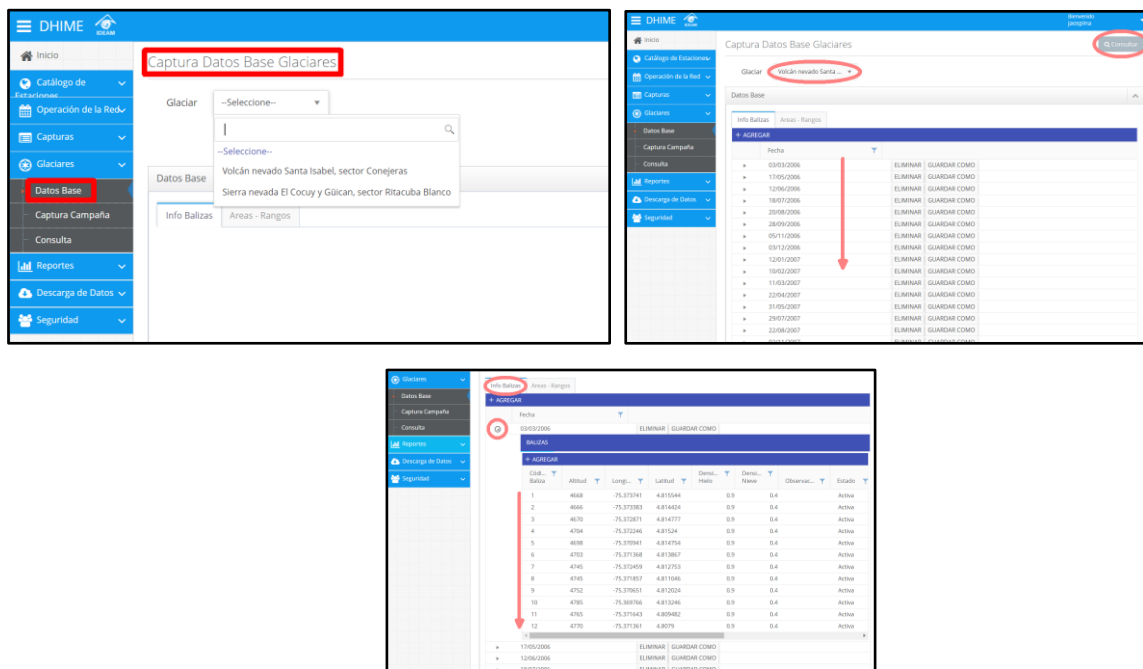
26. Ingreso al módulo DHIME



27. Ubicación del módulo 'Glaciares' en el panel menú de la izquierda.

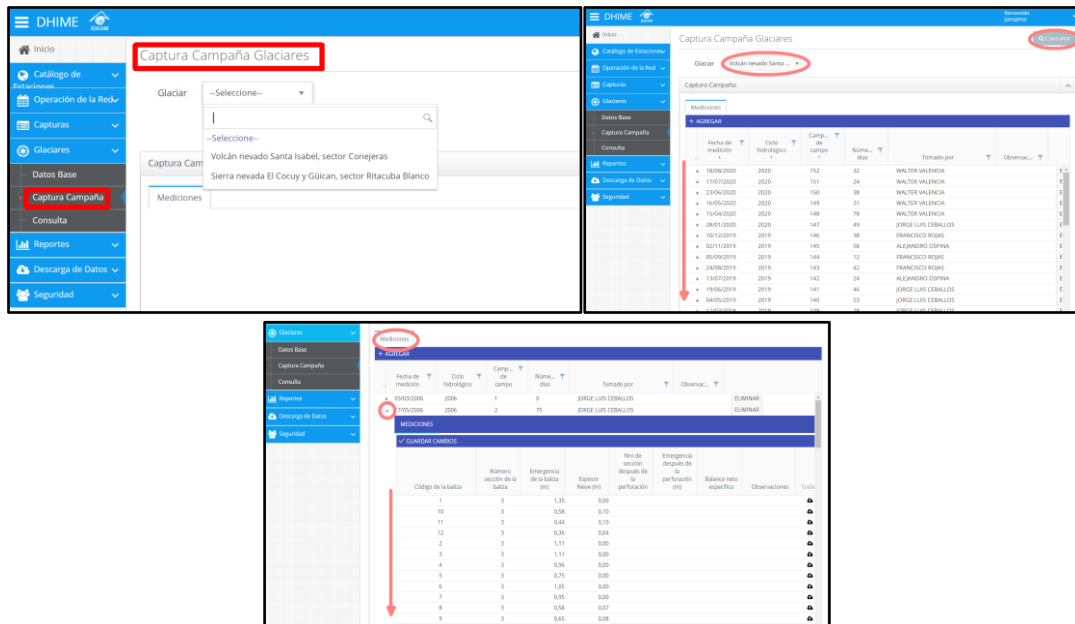
El aplicativo de 'Glaciares' se compone de tres ambientes: Datos Base, Captura Campaña y Consulta.

En el entorno 'Datos Base' el usuario consigna la información de cada uno de los sensores o balizas según fecha de medición (código, ubicación, altitud, densidades de hielo y nieve, estado y fechas de instalación y retiro). Igualmente, en el entorno de 'Datos Base' se consigna la información básica del área de estudio. Esto es, un dato de área de estudio compuesto por los rangos altitudinales y sus datos específicos (cotas inferior y superior, área absoluta y área relativa). Los datos de ambas pestañas los usa el sistema para, con base en la fecha registrada, realizar los cálculos del balance de masa específico.



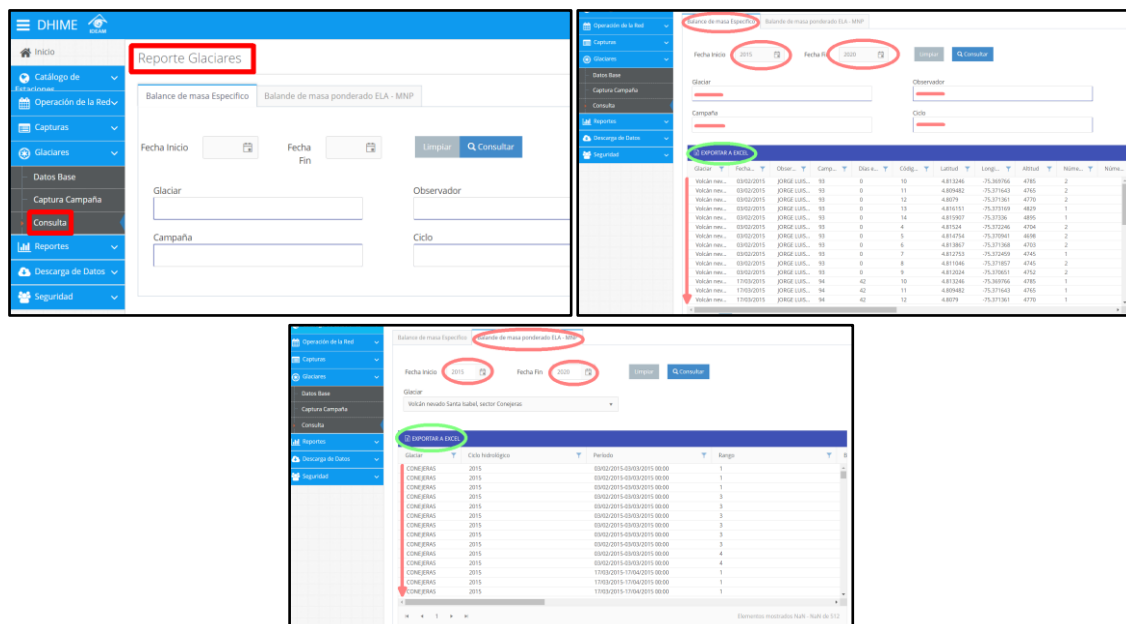
28. Capturas de pantalla del entorno 'Datos Base'

En el entorno 'Captura Campaña' el usuario consigna las mediciones en campo para una fecha específica de comisión concernientes a código de baliza, sección de la baliza, emergencia de la baliza, espesor de la nieve y los correspondientes datos en caso de haber perforación del hielo. Adicionalmente, en este espacio el usuario puede ingresar observaciones sobre la medición y subir una fotografía correspondiente a la toma del dato. En esta misma interfaz, con la información ingresada y la registrada en el entorno 'Datos Base' el sistema calcula el balance de masa específico para cada sensor o baliza y para ese periodo específico.



29. Capturas de pantalla del entorno 'Captura Campaña'

Finalmente, en el entorno 'Consulta' el usuario registrado puede realizar los reportes o las exportaciones de los datos registrados en el sistema para su uso por fuera del aplicativo. Una pestaña permite el reporte de los datos de balances específicos; el segundo reporte consigna los balances de masa ponderado por rangos altitudinales y balance de masa total o representativo para todo el glaciar. El formato de exportación de los datos es el programa Microsoft Excel®.



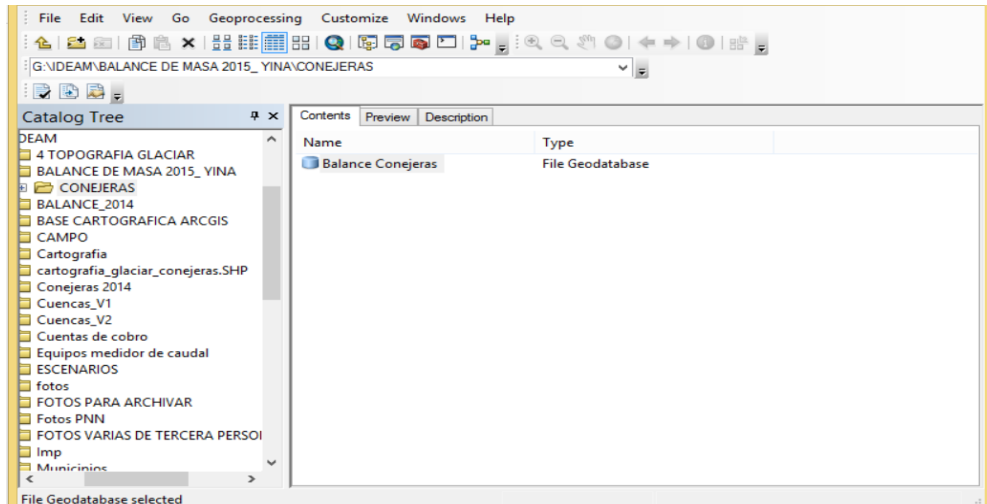
30. Capturas de pantalla del entorno 'Consulta'

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 20 de 27

3.3. Elaboración de la cartografía para el balance de masa glaciar.

3.3.1. Consolidación de la información en el software ArcGis.

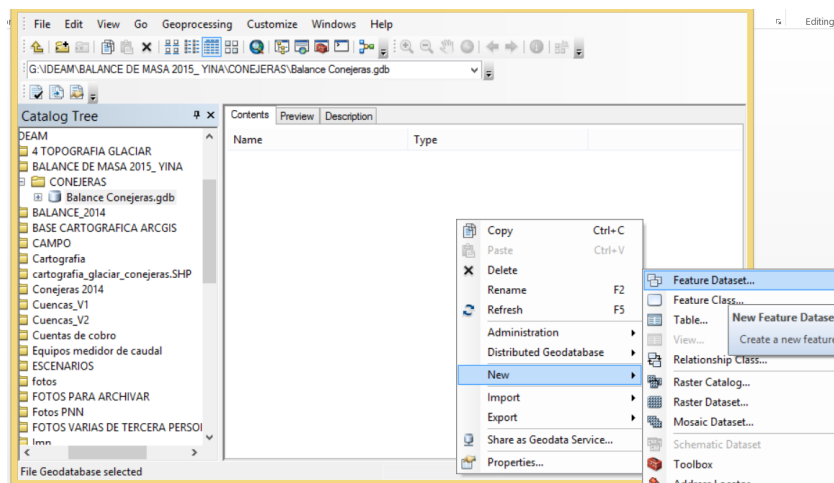
- a) Crear una geodatabase (GDB) según corresponda a cada glaciar.



31. Creación de una geodatabase

- b) Crear los siguientes Features Dataset:

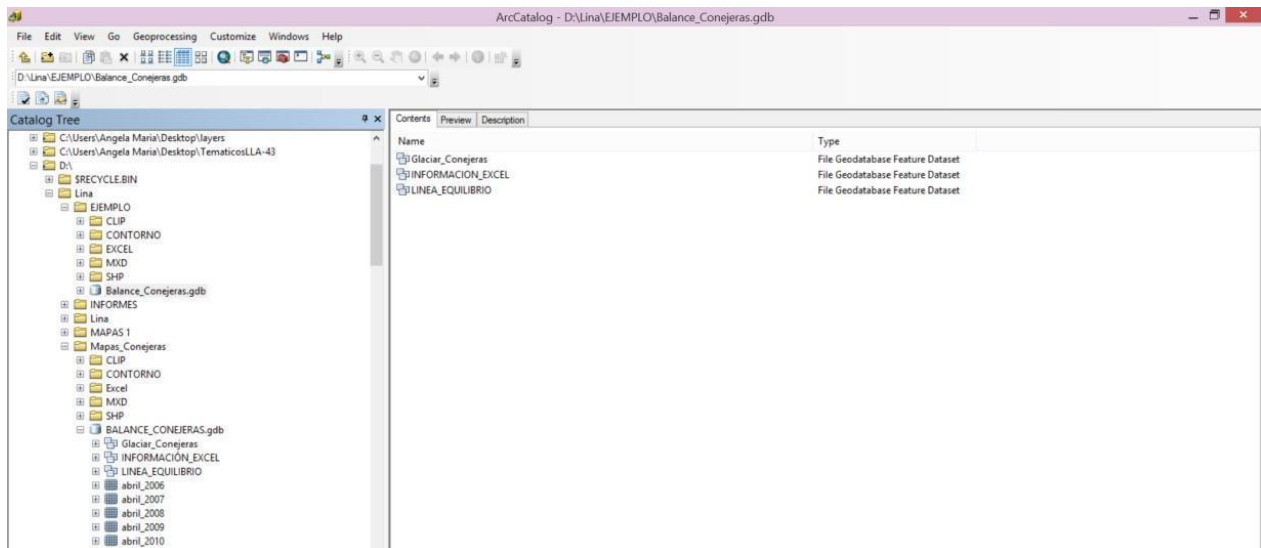
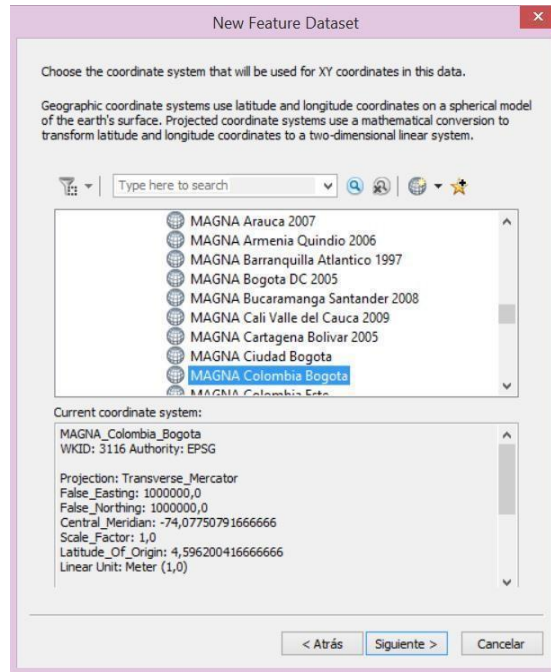
- Nombre del glaciar.
- Información_excel.
- ELA o Linea_de_equilibrio



32. Creación de Features Dataset

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 21 de 27

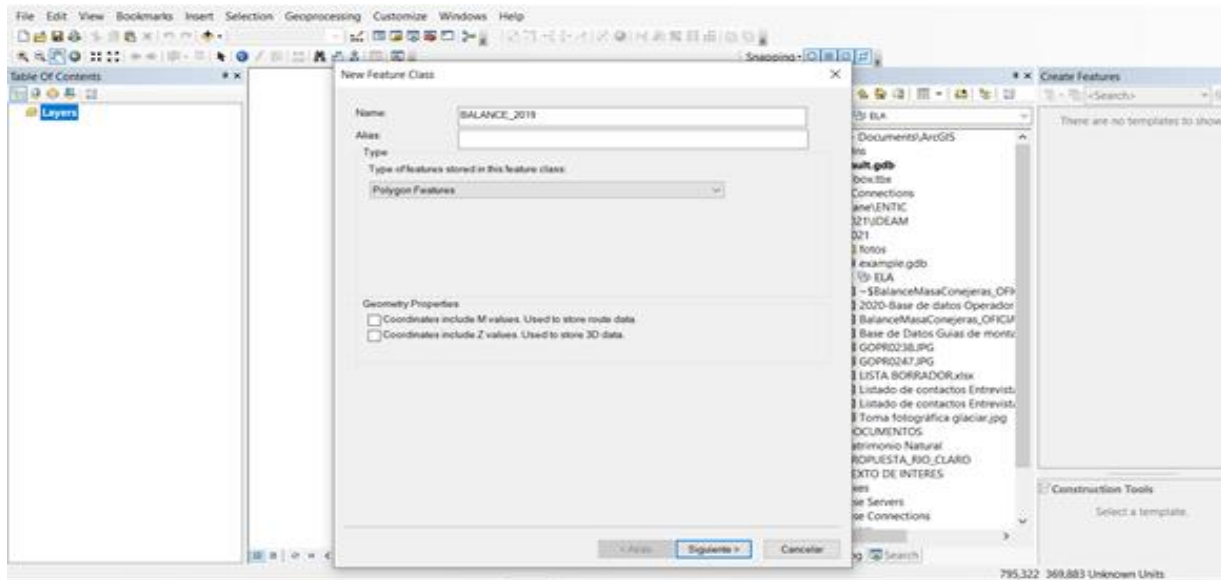
- c) Seleccionar el sistema de coordenadas a trabajar. Para la cartografía oficial del IDEAM se tienen el sistema geográfico **GCS_MAGNA** (wkid: 4686) y el sistema de coordenadas planas/proyectadas **MAGNA_Colombia_Bogotá** (wkid: 3116), el cual cubre todos los glaciares del país.



33. Selección del sistema de coordenadas a trabajar

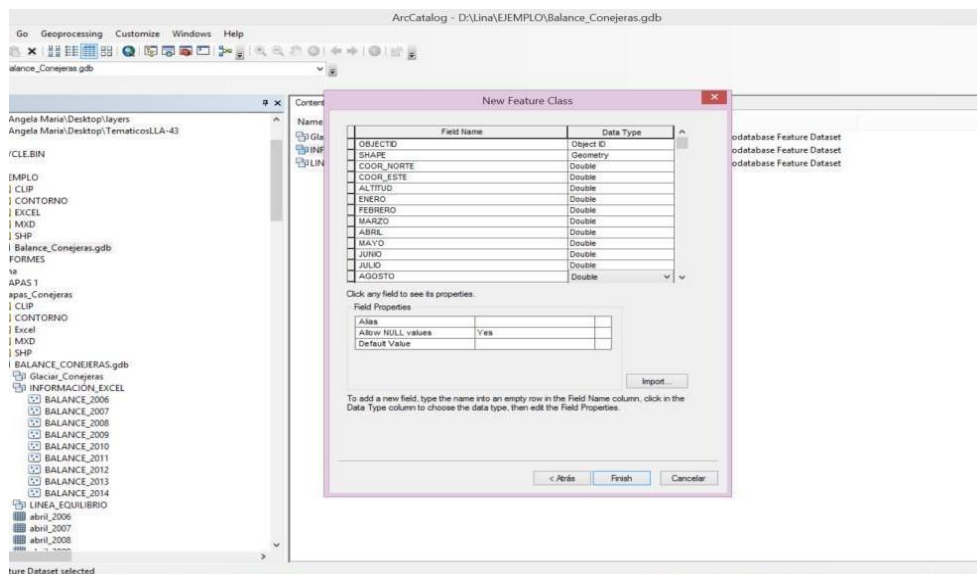
- d) Crear los features class necesarios para determinar el área del glaciar, el balance de masa glaciar, el área de acumulación y ablación y el cálculo de la ELA en cada feature dataset creados anteriormente.

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 22 de 27



34. Creación de features class

- e) Completar los campos que se van a visualizar en la tabla de atributos.

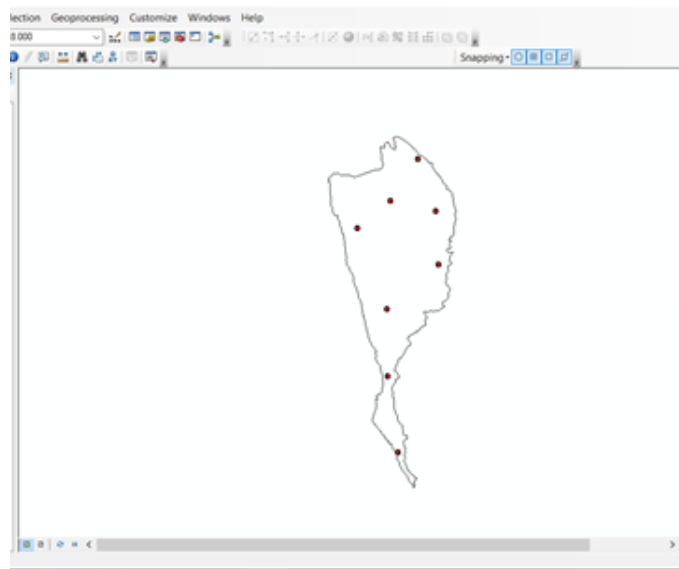


35. Tabla de atributos

3.3.2. Procesamiento de la información

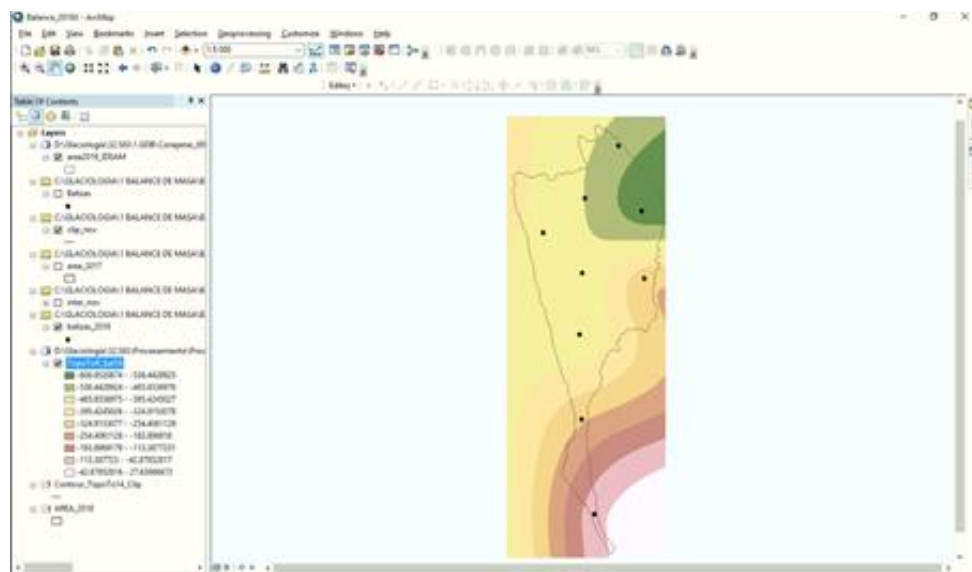
- a) Incorporar al proyecto los features class generados anteriormente.

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 23 de 27



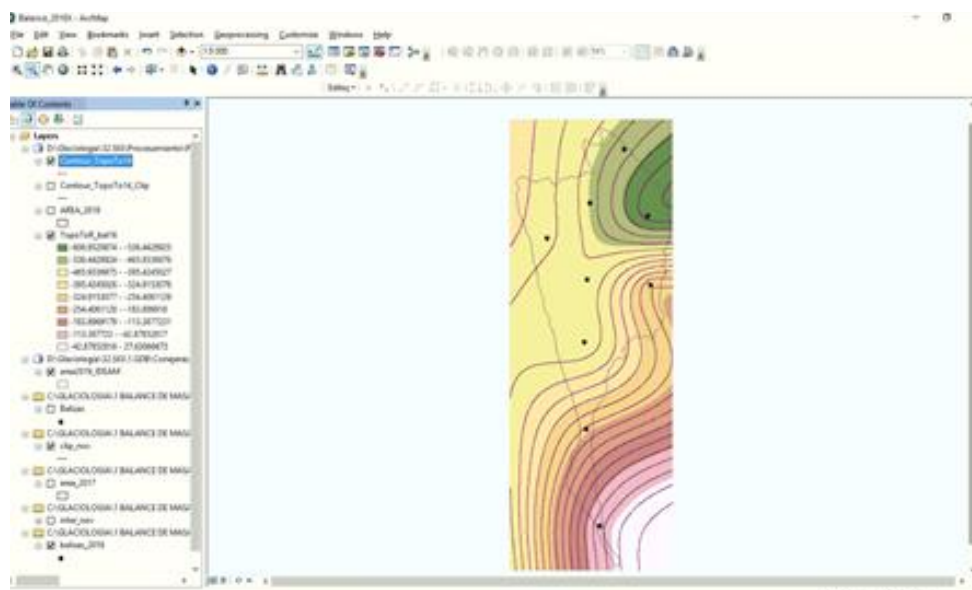
36. Incorporación de features class

- b) En arctoolbox usar la herramienta “Spatial Analyst Tools” la opción “Topo to Raster”. Usar como entrada los datos del balance de masa del año o del mes a trabajar.



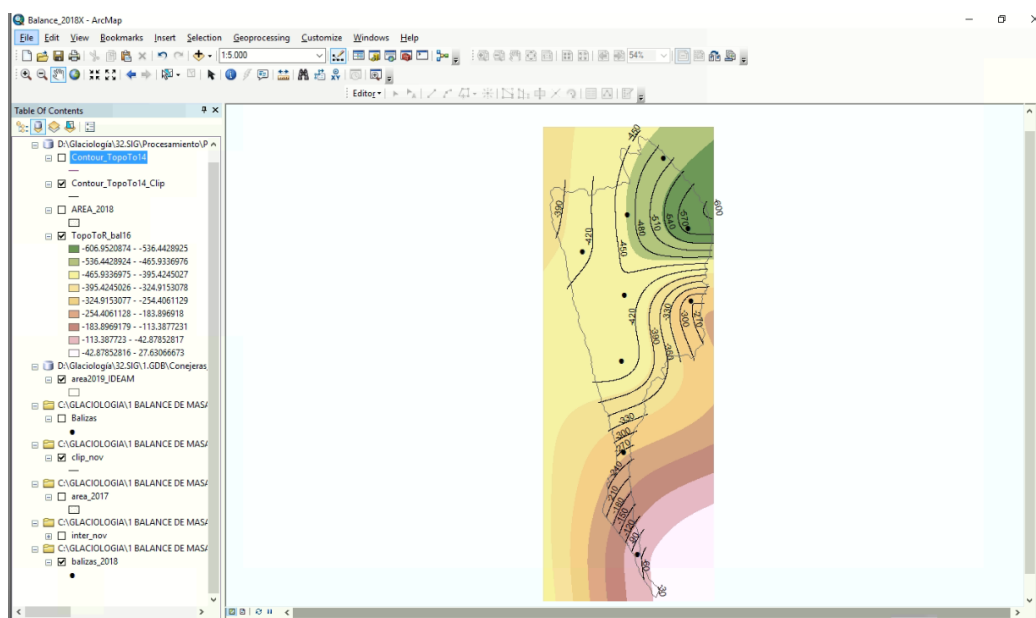
37. Uso de la herramienta “Spatial Analyst Tools”

- c) Generar los contornos o isolíneas del Balance de Masa. En arctoolbox en la opción “Spatial Analyst Tools”, comando “Surface” opción “Contour”.



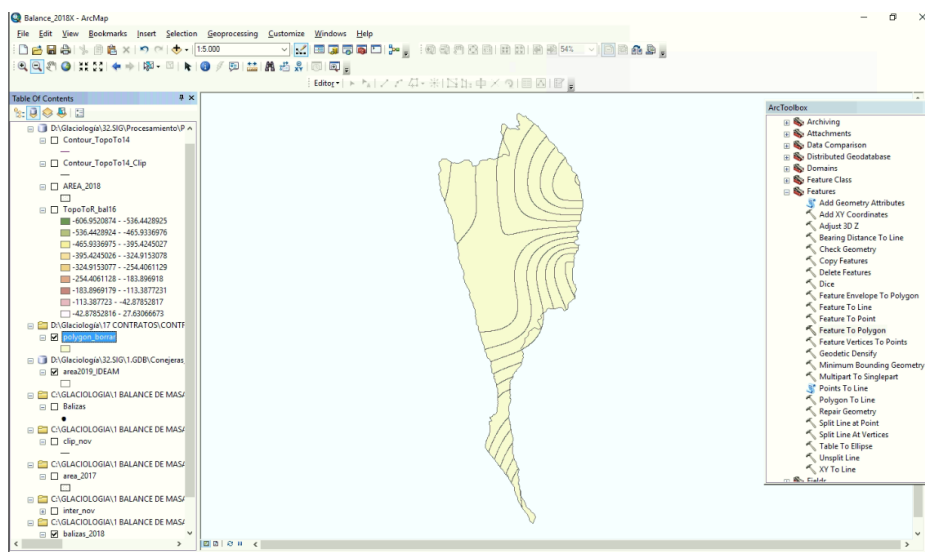
38. Generación de contornos o isolíneas

- d) Hacer un “Clip” a los contornos generados anteriormente sobre el área que se está trabajando.



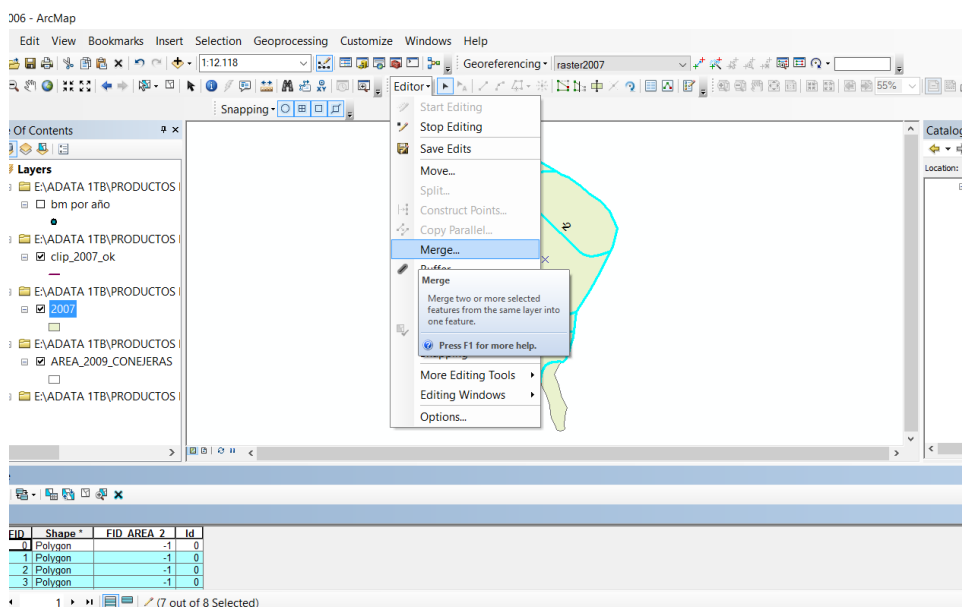
39. Contorno respecto al área de estudio

- e) Usar la herramienta “Feature to polygon” para generar los polígonos correspondientes a las áreas de balance de masa de acuerdo al resultado anterior.



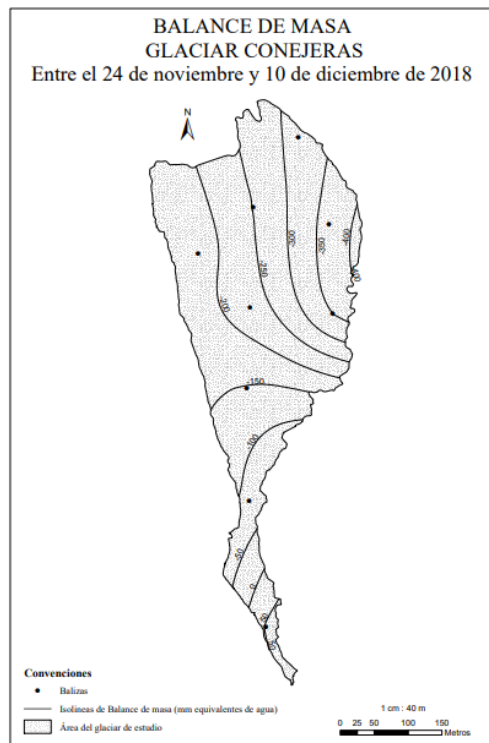
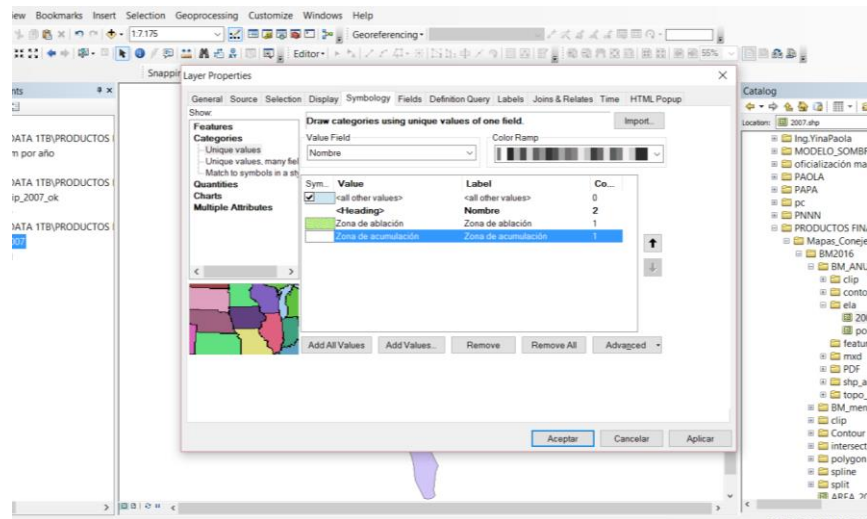
40. Polígonos correspondientes a las áreas de balance de masa

- f) Seleccionar los polígonos en ablación en la tabla y usar la herramienta “Merge” con el fin de identificar el comportamiento del glaciar en la salida gráfica.



41. Salida gráfica del comportamiento del glaciar


- g) Editar la salida gráfica.



42. Edición de la salida grafica

4. ALMACENAMIENTO DE LOS DATOS DE BALANCE DE MASA GLACIAR

El almacenamiento de los datos procesados se lleva a cabo en una Geodatabase (GDB) especial para así poder generar la cartografía correspondiente a la zona de estudio de forma clara.

	GUÍA PARA EL PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL BALANCE DE MASA GLACIAR	Código: M-GCI-E-G013
		Versión: 02
		Fecha: 30/03/2022
		Página: 27 de 27

En aras del correcto almacenamiento y salvaguarda de la información de procesamiento, se cuenta con 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. DOCUMENTOS RELACIONADOS

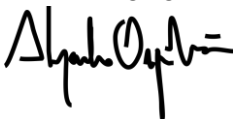



- Monitoreo de Alta Montaña. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2021.
- Instructivo para la recolección de datos primarios del balance de masa glaciar. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 2021.

6. 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

7. HISTORIAL DE CAMBIOS

Versión	Fecha	Descripción
01	25/05/2021	Creación del documento
02	30/03/2022	Actualización del documento

<p>ELABORÓ</p>  <p>José Alejandro Ospina Niño Contratista Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>  <p>Leidy Marcela Cepeda Buitrago Contratista Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>	<p>REVISÓ</p>  <p>Jorge Luis Ceballos Liévano Profesional Especializado Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental</p>	<p>APROBÓ</p>  <p>Ana Celia Salinas Martín Subdirectora de Ecosistemas e Información Ambiental</p>
---	--	---