



MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL
INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO
GUAYAQUIL

INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS
EXPEDICIONES A LA ANTARTIDA

Expedición: XIV

Nombre del proyecto: Estimación del Balance de Masa sobre el Glaciar Quito.

Lugar: Antártica Punta Fort William

Participantes: Dra. Dorothea Stumm
Ing. Bolívar Cáceres

Antártica Febrero 2010

DESCRIPCION DEL INFORME

1. ANTECEDENTES DEL PROYECTO.-

De acuerdo con la información recopilada de expediciones anteriores se pudo e recopilar los siguientes datos relevantes en relación con el presente estudio:

1.-Durante la VIII expedición del Ecuador a la Antártica, se realizaron estudios geodésico y topográficos de la línea de costa, delimitación parcial de los Glaciares Quito y Traub y la delimitación de los cerros adyacentes a los Glaciares.

2.-En la XI Expedición Ecuatoriana a la Antártica se realizó la medición parcial de los glaciares Quito y Traub y la topografía de la Punta Fort William.

3.-En la XII Expedición Ecuatoriana a la Antártica se realizó el levantamiento tridimensional de la Punta Fort William.

4.-En la XIII Expedición Ecuatoriana a la Antártica se ha continuado con el levantamiento tridimensional de la Punta Fort William y el levantamiento parcial del contorno de los Glaciares Traub y Quito.

2. OBJETIVO GENERAL DEL PROYECTO.-

Se considera este estudio relacionado con el punto dos de los ejes de Investigación propuestos por el INAE, esto es eje interrelación Ecuador Antártida.

Se trata de conocer el balance de masa sobre un segmento del territorio Antártico Ecuatoriano y compararlo con los balances de masa que han sido medidos sobre los glaciares continentales Ecuatorianos, los cuales están considerados dentro de la banda tropical., los mismos han sido monitoreados desde el año 1994 (1-2), y uno de ellos forma parte de la red mundial de monitoreo de Glaciares que mantiene la UNESCO a través del World Glacier Monitoring Service (WGMS-3-4).

Se propone comparar estos valores con los obtenidos en el área continental y tratar de relacionarlos con los fenómenos climáticos estacionales como es el caso del ENSO(5-6). Actualmente el balance de masa para los glaciares continentales esta como promedio en un valor de pérdida cercano a los 600 mm (6-7) equivalentes en agua, del mismo modo se ha podido establecer que para los glaciares ecuatorianos continentales actualmente sufren un proceso de desglaciación acelerado (2-4-6), como referencia de acuerdo con el ultimo inventario realizado dentro del Programa Glaciares Ecuador del INAMHI la cobertura actual está en un valor cercano a lo 70 Kilómetros cuadrados, observándose una reducción de alrededor del 27% en los últimos 45-33 años (4).

Como metodología de trabajo se propone utilizar todos los datos topográficos obtenidos en las diferentes expediciones realizadas hasta este momento, hacer una medición de puntos relevantes (DGPS) (8-9) durante la presente campaña a la Antártida

Se utilizarán los datos climatológicos de los años anteriores de la base Chilena Prat para intentar una correlación con los fenómenos climáticos a nivel regional como es el caso del Enso, esto ya fue realizado con éxito a nivel de los glaciares continentales (5-6).

Para el año siguiente se propone realizar medidas adicionales con la finalidad de ajustar los datos cartográficos de base y obtener resultados más confiables, debido que al momento no se dispone de un modelo digital de terreno adecuado.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO /COMPONENTE.-

Instalar una red de estacas sobre el glaciar cercano a la Estación Pedro Vicente Maldonado con la finalidad de obtener valores de la pérdida o ganancia de hielo durante el año 2010, se espera realizar las mediciones el próximo verano Austral para tener una estimación del Balance de masa anual sobre el segmento glaciar equipado.

Realizar una primera aproximación sobre la evolución temporal del frente glaciar.

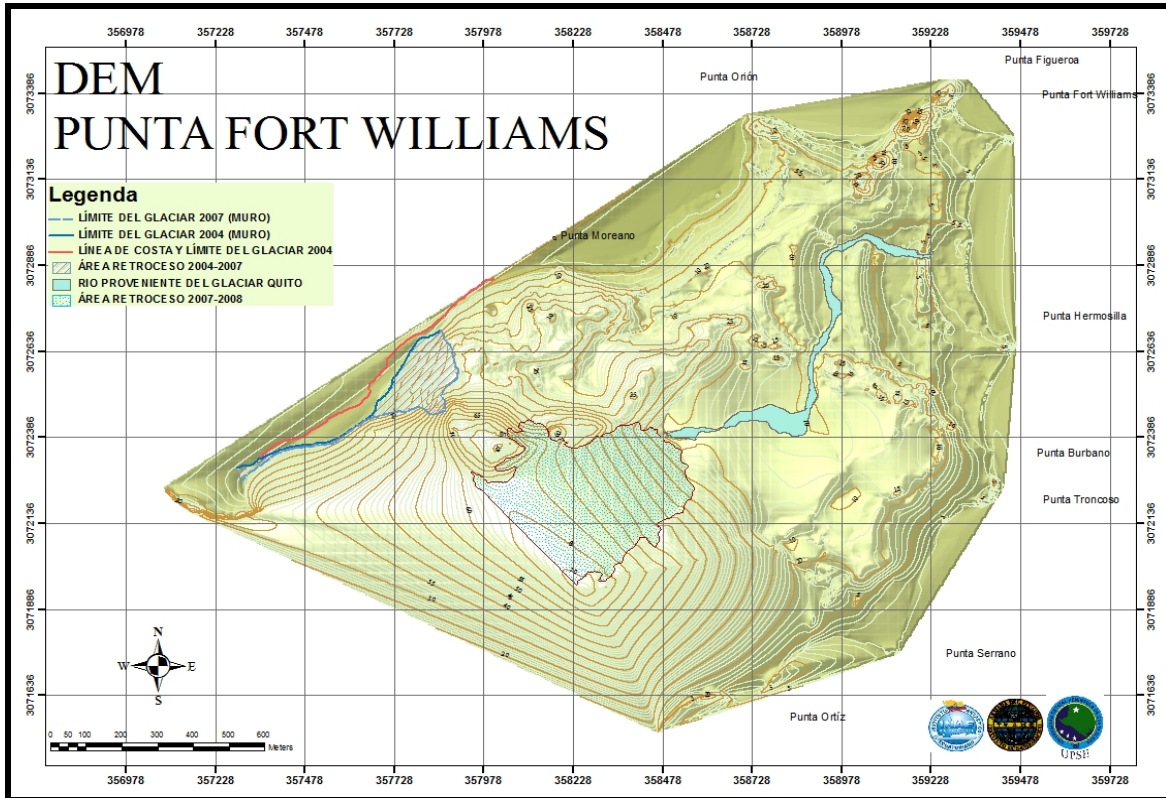
Realizar mediciones que permitan definir las características principales de la nieve caída sobre la zona de ablación.

4. HIPÓTESIS DEL PROYECTO/COMPONENTE.-

Los glaciares de la isla Greenwich en el sector de la Estación Pedro Vicente Maldonado experimentan una tasa de avance -retroceso a través del tiempo.

5. ÁREA DE ESTUDIO.-

El área de estudio se circunscribe en la Península Antártica específicamente en las Isla Shetland del Sur Isla Greenwich Punta Fort William, y es en esta última localidad donde se encuentra localizada la estación científica ecuatoriana “Pedro Vicente Maldonado”(Figura 1-Fuente INAE).



6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO

El detalle de estos se lo desarrolla sobre la tabla 1

FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
9 de Enero 2010	Se realizo caminata de reconocimiento al Cerro Puyango	Se observa una capa de nieve entre 40 a 50 centímetros poco compactada
10 de Enero 2010	Caminata con DGPS sobre el frente del glaciar desde la zona de la estación en dirección a Punta Ambato	Trabajo sector ensenada Guayaquil
11 de enero 2010	Reconocimiento visual de la zona glaciar desde el sector de Mogotes Aguilera	Nueva perspectiva del Glaciar Quito
12 de enero 2009	Caminata al sector de cerro quemado sobre la superficie del glaciar para definir ruta de acceso y posible ubicación de las estacas.	Se observa una capa de nieve entre 40 a 50 centímetros poco compactada
13 de enero 2009	No se salió por malas condiciones climáticas, trabajo de gabinete.	Apoyo logístico estación. Ranchería
14 de enero 2009	No se salió por las malas condiciones climáticas, trabajo de gabinete.	Apoyo logístico estación. Descarga de materiales del remolcador Viel
15 de enero 2010	Levantamiento del frente glaciar desde Punta Ambato en dirección de la estación Maldonado.	Se observaron caídas de bloques de hielo de dimensione métricas
16 de enero 2010	Chequeo de funcionamiento de la sonda a vapor. Adaptación del sistema de gas. Trabajo de gabinete.	No se encontraron los tanques de gas solicitados. Conferencia sobre glaciología aplicada
17 de enero 2010	Adaptación del sistema de gas. Subida al sector C del glaciar. Colocación de tres estacas en la zona de ablación. Medidas de densidad de la nieve	Capa de nieve entre 60 a 80 cm.
18 de enero 2010	No se subió al glaciar por mal tiempo (glaciar totalmente cubierto por neblina). Trabajo de gabinete.	Discusión acerca del trabajo de campo, generación de un Dem a partir de los datos existentes.
19 de enero 2010	No se subió al glaciar por mal tiempo (glaciar totalmente cubierto por neblina). Trabajo de gabinete. Por la tarde salida a apunta Ambato para tomar muestras del hielo sobre la base del Glaciar .Se tomaron dos muestras en diferentes sitios	Se observa abundante escurrimiento sobre la parte terminal del glaciar.
20 de enero 2010	Se realizó un reconocimiento desde el Mirador del sector B del glaciar para proceder a equiparlo para realizar medidas de balance de masa.	Apoyo logístico estación. Ranchería. Medición de puntos GPS.
21 de enero 2010	Reconocimiento del sector B desde la parte superior del cerro Puyango	Crear una red de medición sobre el mapa para realizar medidas de densidad
22 de enero 2010	Mal tiempo, no se salió al campo. Trabajo ene taller para preparar las estacas para colocarlas en el glaciar.	Trabajo a la estación

23 de enero 2010	Mal tiempo por la mañana. Por la tarde se subió el material para perforación hasta la estaca C3.	Transporte de material
24 de enero 2010	Se subió hasta las cercanías de la base del Cerro Quemado se coloca una estaca (B1) solamente debido a los fuertes vientos	Fuertes vientos por la tarde
25 de enero 2010	Se colocaron cinco estacas sobre el sector B del glaciar, se realizaron cinco pozos para conocer la densidad de la nieve y se realizaron cinco mediciones de espesor de la capa de nieve	Espesor promedio de la capa de nieve 1.80 metros
26 de enero 2010	Mal tiempo, no se salió. Trabajo de gabinete	Revisión de bibliografía en la biblioteca de la estación
27 de enero de 2010	Mal tiempo, no se salió. Trabajo de gabinete	Georeferenciación de una imagen satelital del sector
28 de enero de 2010	Mal tiempo, no se salió. Trabajo de gabinete	Recopilación de datos medidos.
29 de enero de 2010	Visita a la Ensenada Guayaquil para investigar posible morrena terminal. Muestreo de suelo y hielo a la base del glaciar Trabajo de gabinete	Mal tiempo por la mañana.
30 de enero de 2010	Visita a base Pratt para recopilar datos meteorológicos	No se pudo encontrar datos digitales de interés
31 de enero de 2010	Instalación de dos estacas sobre la zona B del glaciar	Fuertes vientos
1 de febrero de 2010	Cálculos de densidad de la nieve, actualización de los datos gps tomados	Malas condiciones climáticas
2 de febrero de 2010	Colocar mediciones realizadas sobre mapa de la zona	Malas condiciones climáticas
3 de febrero	Discusión y elaboración del informe final	Malas condiciones climáticas
4 de febrero	Recopilación de la información levantada	Malas condiciones climáticas
5 de febrero	Recuperación del equipo de campo, secado y empacado. Presentación final	Malas condiciones climáticas
6 de febrero	Visita a la estación Pratt	
7 de febrero	Embarque en el buque Viel para viaje de retorno	
18 de febrero	Llegada a Quito	

7. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO / METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE LOS DATOS

El trabajo de campo en su primera etapa se lo realizó para tener un contorno sobre la ubicación del frente del glaciar, este se lo realizó utilizando mediciones GPS mediante caminata desde la estación Pedro Vicente Maldonado en dirección S-W y caminata desde Punta Ambato en dirección N-E.(Fig. 2)



Figura 2.- Caminata en el frente del glaciar Quito, proceso de medición.

Este levantamiento solo se lo realizó de manera parcial debido a la imposibilidad de acceder a ciertos sitios debido al peligro que esto implica debido a las caídas frecuentes y repentinas de grandes bloques de hielo.(Figura 3 y 4)



Figura 3.- Frente del glaciar Quito visto desde SW.



Figura 4.- Frente desde el glaciar Quito visto desde el NE.

Las estacas a ser instaladas tienen un diámetro de 35mm y una longitud de seis metros, previa su utilización sobre el glaciar estas son medidas y marcadas cada metro de manera adecuada en cada uno de sus tramos.

Durante la presente etapa se instalaron 13 estacas sobre la zona de ablación del glaciar.

Se instaló una red de estacas para medir el balance de masa sobre (dos) sectores del glaciar Quito mediante la utilización de una sonda a vapor que permite realizar agujeros sobre la superficie del hielo con un diámetro de 35 mm y una profundidad variable, para el caso del presente estudio se realizaron perforaciones de 5 metros y se dejó una emergencia del orden del metro. (Fig. 5-6-7-8).



Figura 5.- Detalle de una estaca instalada (C3)



Figura 6.- Detalle de la sonda Heucke utilizada para realizar las perforaciones



Figura 7.- Detalle del depósito de gas utilizado (cilindro de 15 kg)

En las proximidades de cada estaca instalada se realizaron mediciones para conocer la densidad de la nieve acumulada en superficie, para ello se excavo un pozo de aproximadamente 1.5 por 1.5 metros (Figura 8) hasta tocar la capa de hielo con profundidad variable en cada caso (0.80 – 2.20 metros).

Mediante la utilización de un tubo metálico de 9 cm de diámetro y 50 cm de longitud diseñado para este fin se extrae una muestra de nieve. El tubo es introducido en la superficie de la nieve mediante golpes sucesivos utilizando para ello un mazo de caucho, una vez lleno se lo extrae y se lo pesa utilizando una escala portátil con capacidad para 5 kg. Para este trabajo también se utiliza una pequeña pala diseñada para este trabajo. En los lugares donde sea posible además se hace una pequeña descripción sobre el estado de la nieve. (Figura 9-10).

Alrededor de este pozo además se realizan sondeos sobre la profundidad de la capa de hielo utilizando un probador de nieve con longitud variable. (Figura 10).



Figura 8.- Detalle de pozo de acumulación y equipo utilizado.



Figura 9.- Excavación de pozo de acumulación.



Figura 10.- Trabajo para medir la densidad en el pozo de acumulación

Complementariamente se tomaron muestras de hielo en la base del frente del glaciar con la finalidad de realizar análisis posteriores dependiendo de las facilidades para ello sobre la composición química del agua. (Figura 11 y 12).



Figura 11. Sitio de muestreo en Punta Ambato



Figura 12. Toma de la muestra de hielo

8.- DATOS OBTENIDOS.

Estos fueron obtenidos durante los trabajos de campo sobre el glaciar Quito, posteriormente estos fueron procesados, obteniéndose los resultados que se muestran sobre la figura 13 y las tablas 2, 3 y 4.

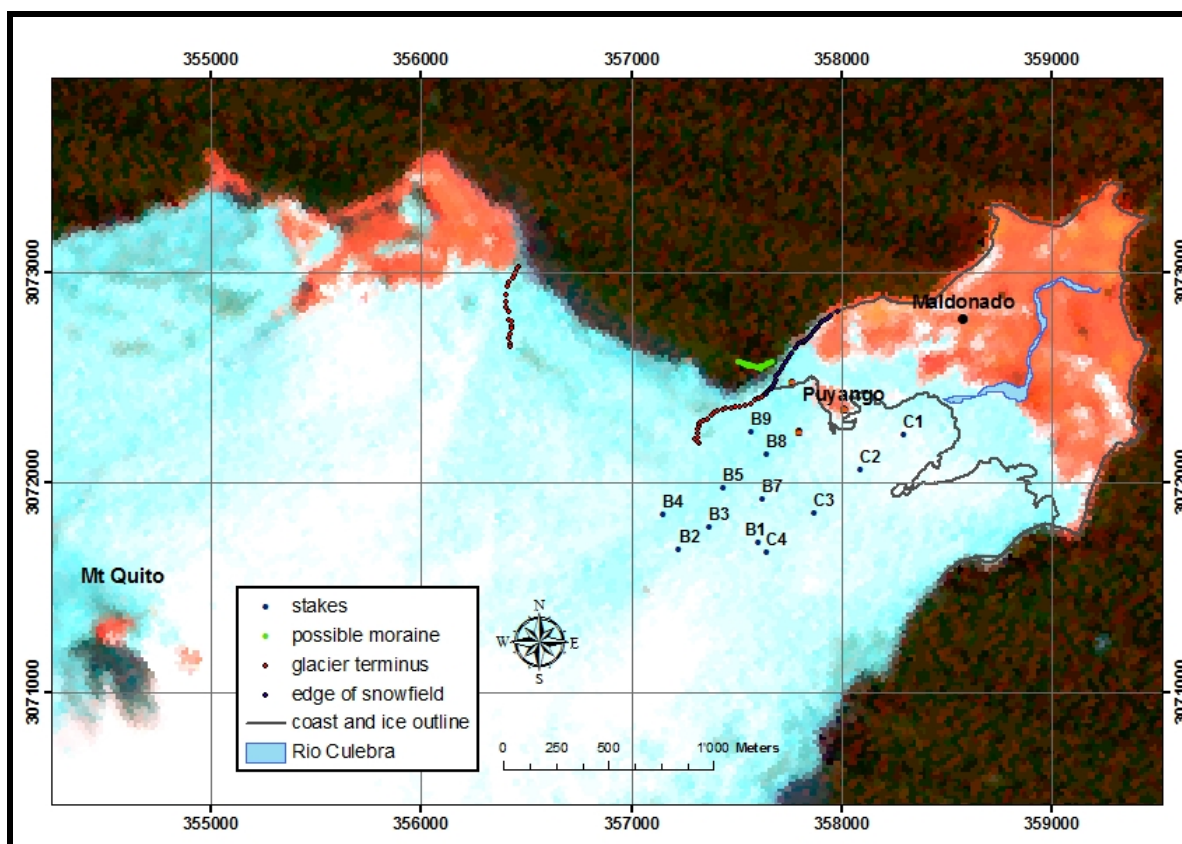


Figura 13. Ubicación de las balizas de ablación sobre el sector A y B del Glaciar Quito (Traub)

Este mapa fue generado sobre la base de una imagen Landsat, sobre la cual se colocaron las mediciones realizadas tanto sobre las estacas como sobre la parte terminal del glaciar. La delimitación de este sobre la parte nor este así como el desarrollo del río corresponde a la información proporcionada por el INAE

Estaca #	Longitud (m)	Emergencia (cm)	Nieve Fresca (cm)
C4	6.01	89	85
C3	5.58	58	47
C2	5.85	13 (abajo)	48
C1	6.05	105	-----
B1	6.02	245	72
B2	5.90	59	180
B3	5.79	66	165
B4	5.99	-219	294
B5	5.98	92	185
B7	5.79	144	112
B8	5.99	95	155
B9	5.82	84	245

Tabla 2.- Mediciones sobre las estacas instaladas

Estaca #	X (m)	Y (m)	Altura (m)
C4	357641	3071667	121
C3	357866	3071854	101
C2	358089	3072062	84
C1	358295	3072234	43
B1	357602	3071712	124
B2	357224	3071681	116
B3	357370	3071791	110
B4	357149	3071851	85
B5	357432	3071976	86
B7	357620	3071922	102
B8	357644	3072134	63
B9	357570	3072241	43

Tabla 3.- Ubicación de las balizas instaladas

Pozo	Profundidad total [cm]	Longitud [cm]	Longitud de la muestra [cm]	Peso del dispositivo mas la muestra [kg]	Volumen del tubo [m³]	Peso de la nieve [kg]	Densidad [kgm³]	Descripción de la nieve	Profundidad promedio (sondeos) [cm]
Estaca B1	72	0-55	55	5,1	0,00349895	1,75	500		
Estaca B2	180	0-40 40-80 80-120 120-150 150-180 0-180	40 40 40 30 30 180	4,4 4,6 4,65 4,5 4,4 22,55	0,00254469 0,00254469 0,00254469 0,00190852 0,00190852 0,01145111	1,05 1,25 1,3 1,15 1,05 5,8	413 491 511 603 550 507		167
Estaca B3	165	0-40 40-80 80-110 110-140 140-165 0-165	40 40 30 30 25 165	4,45 4,6 4,45 4,4 4 21,9	0,00254469 0,00254469 0,00190852 0,00190852 0,00159043 0,01049685	1,1 1,25 1,1 1,05 0,65 5,15	432 491 576 550 409 491		
Estaca B4	180	0-50 50-100 100-140 140-180 0-180 0-294	50 50 40 40 180 294	4,55 5,1 4,55 4,6 18,8	0,00318086 0,00318086 0,00254469 0,00254469 0,01145111 0,01870347	1,2 1,75 1,2 1,25 5,4	377 550 472 491 472		290
Estaca B5		0-50 50-100 100-140 140-185 0-185	50 50 40 45 185	4,2 5,1 4,6 4,7 18,6	0,00318086 0,00318086 0,00254469 0,00286278 0,01176919	0,85 1,75 1,25 1,35 5,2	267 550 491 472 442		
Stake B7	112	0-40 40-80 80-112 0-112	40 40 32 112	4,40 4,65 4,45	0,00254469 0,00254469 0,00203575 0,00712513	1,05 1,3 1,1 3,45	413 511 540 484		
Stake B8	155	0-45 45-80 80-125 125-155 0-155	45 35 45 30 155	4,40 4,55 4,90 4,35	0,00286278 0,0022266 0,00286278 0,00190852 0,00986067	1,05 1,2 1,55 1 4,8	367 539 541 524 487		144
Stake B9	245	0-50 50-100 100-140 140-180 180-220 180-220 220-245 0-245	50 50 40 40 40 40 25 245	4,95 5,00 4,60 4,75 4,80 4,75 4,15	0,00318086 0,00318086 0,00254469 0,00254469 0,00254469 0,00254469 0,00159043 0,01558623	1,6 1,65 1,25 1,4 1,45 1,4 0,8 8,125	503 519 491 550 570 550 503 521		
Estaca C1	47	0-25 0-47	25	4,15	0,00159043	0,8	503	Nieve suelta	
Estaca C2	48	0-30 0-48	30	4,48	0,00190852	1,13	592	Nieve suelta	
Estaca C3	65 cm (promedio C2-C4)	0-20	20	3,95	0,00127235	0,6	472	Nieve	
Estaca C4	85	0-20 0-20 20-40 40-60 60-85 0-85	20 20 20 20 25 85	3,9 3,85 4 4 4,2	0,00127235 0,00127235 0,00127235 0,00127235 0,00159043 0,00540747	0,55 0,5 0,65 0,65 0,85 2,675	432 393 511 511 534 495		

Tabla 4.- Valores medidos en cada uno de los pozos realizados

9.- TRABAJOS PENDIENTES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

Delimitación de los límites de la parte baja del glaciar hacia el lado nor oeste, en la presente campaña de trabajo no fue posible realizarla debido a la presencia de nieve durante todo el período de estudio 9 de enero – 5 de febrero de 2010.

Colocación de estacas sobre la zona de acumulación y ablación sobre el sector A del Glaciar, en la parte baja del cerro Quito, en la presente campaña no fue posible realizarlo debido a la excesiva cobertura de nieve en la zona de acumulación lo que implica un elevado riesgo al caminar por esta zona. Se espera que durante la próxima expedición dependiendo de las condiciones climáticas se pueda completar este trabajo.

Levantamiento de puntos de control adicionales sobre la superficie del glaciar que permitan mejorar el modelo digital de terreno existente.

Completar el levantamiento sobre la parte frontal del glaciar esperando que las caídas de bloques en esta zona permitan hacerlo.

10.- CONCLUSIONES

Comparando el limite del glaciar Quito para el 2009 con el limite actual (2010), se puede decir de manera preliminar que este presenta variaciones en su balance de masa, esto deberá ser confirmado una vez que se analicen y procesen los datos tomados durante las mediciones que se realizaran en el futuro.

11. RECOMENDACIONES

Para la ejecución de los trabajos Glaciológicos se recomienda la provisión de las vestimentas adecuados para el efecto (ropa,calzado,guantes,etc.).

Se recomienda la adquisición de una Sonda a vapor para realizar los trabajos relacionados con la medición del balance de masa del glaciar, un kit para medición de densidad y un probador de nieve.

11. Bibliografía

1.-Francou B., Ramirez E., Cáceres B., Mendoza. 2000. Glacier Evolution in the tropical Andes during the last decades of 20th Century. Chacaltaya (Bolivia) and Antizana (Ecuador). Ambio, Vol 29, n°7, p. 416-422.

2.-Cáceres B. Estudio de la evolución del glaciar 15 del Antisana de 1956 al 2001 utilizando fotogrametría y topografía y su relación con los eventos climáticos regionales .Revista Politécnica. Monografía de recursos minerales 2. Volumen 24,#2. abril 2003

3.- WGMS mbb99. Glacier mass balance bulletin. Bulletin 9 (2004-2005) . Fluctuations of Glaciers 2000-2005: Vol IX. ICSU (FAGS) – IUGG (IACS) – UNEP – UNESCO – WMO. 2007.

4.- WGMS Fog9. Fluctuations of Glaciers 2000-2005: Vol IX. ICSU (FAGS) – IUGG (IACS) – UNEP – UNESCO – WMO. 2008.

5.-Francou B., Vuille M., Favier V., Cáceres B. New evidence for an ENSO impact low altitude glaciers : Antizana 15, Andes of Ecuador, 0⁰ 28' S. Journal of Geophysical Research, Vol. 109, D18106,2004

6.-Cáceres B., Francou B., Favier V., Bontron G., Tachker P., Bucher R., Taupin J.D., Vuille M., Maisincho L., Delachaux F., Chazarin J.D., Cadier E., Villacís M.El glaciar 15 del Antisana investigaciones glaciológicas y su relación con el recurso hídrico. Climate Variability and Change-Hydrological impacts (Proceedings of the Fifth Friend World Conference held at habana, Cuba, November 2006) IAHS Publ. 308, 2006.

7.-Cáceres B., Francou B.Balnce de masa para el glaciar 15 del Antisana año 2008, in prensa 2009.

8.-Jordan E., Cáceres B., Francou B., Ungerechts L., 2003 . Die Glazialforschungen Hans Meyers aus heutiger Sicht Wertung der wissenschaftlichen Leistungen Meyers in den Hochanden von Ekuador aus aktueller Sicht und Ausblick auf die geographischen Forschungsergebnisse der vergangen 100 Jahre. Die Anden – Gegrphische Erforschung und künstlerische Darstellung. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 37, München 2003, S. 159-193.

9.- Cáceres B., Jordan E. , Francou B, Peñafiel A, Maisincho l., Cadier E. Evaluación de la cobertura Glaciar del Volcán Cotopaxi utilizando Fotogrametría digital . VI Reunión del Grupo de nieves y Hielos Andinos. Manizales, agosto 2008 .Memorias

Dorothea Stumm

Bolívar Cáceres

Antártica Febrero 2010