



**MINISTERIO DE DEFENSA NACIONAL**  
**INSTITUTO ANTARTICO ECUATORIANO**  
**GUAYAQUIL**

**INFORME DE TRABAJOS DE CAMPO EN LAS**  
**EXPEDICIONES A LA ANTARTIDA**

**Expedición: XXI**

**Nombre del proyecto: Estimación del Balance de Masa sobre  
un segmento del Glaciar Quito.**

**Lugar: Antártica Punta Fort William**

**Participante:**

**Ing. Msc. Bolívar Cáceres**

*Antártica Febrero 2017*

## **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 realizo la medición parcial de los glaciares Quito y Traub y la topografía de la Punta Fort William.

3.-En la XII Expedición Ecuatoriano a la Antártica se realizo 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.

5.- En la XIV Expedición Ecuatoriana a la Antártica se instalo por primera vez una red de medición para realizar una estimación del Balance de masa en un segmento del Glaciar Traub (Quito) consistente en trece estacas de PVC, se realizaron medidas topográficas con la finalidad de hacer un estudio sobre el avance y/o retroceso del frente del glaciar, dichas estacas fueron localizadas y medidas de manera parcial durante las expediciones XV , XVI, XVII , XVIII , XIX y XX.

### **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 en el cual el Ecuador tiene asentada su base de investigación y compararlo con los balances de masa que han sido medidos sobre otros pequeños glaciares en la zona de la península Antártica y tratar de encontrar la posible correlación con los balance medidos sobre la franja tropical y específicamente con los glaciares continentales Ecuatorianos, los cuales están considerados dentro de dicho sector, 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).

Actualmente el balance de masa para los glaciares continentales esta como promedio en un valor de pérdida cercano a los 600 mm (5-6-7) 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 40 Kilómetros cuadrados, observándose una reducción de alrededor del 30% en los últimos 45-35 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) durante la presente (ultima) campaña a la Antártida

Este año corresponde al segundo año del proyecto continuativo de mediciones propuestas, se prevee realizar la publicación de los resultados obtenidos hasta el presente para el año 2017 en el reporte Bi anual de WGMS una vez que se complete el análisis de los datos recopilados durante la presente expedición. .

### **3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO /COMPONENTE.-**

Obtener valores de la pérdida o ganancia de hielo durante el año 2016.

Realizar una primera aproximación sobre la evolución temporal del frente glaciar (siete años).

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

Realizar mediciones que permitan estimar la tasa de fusión y sublimación en la zona de estudio considerada.

### **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).

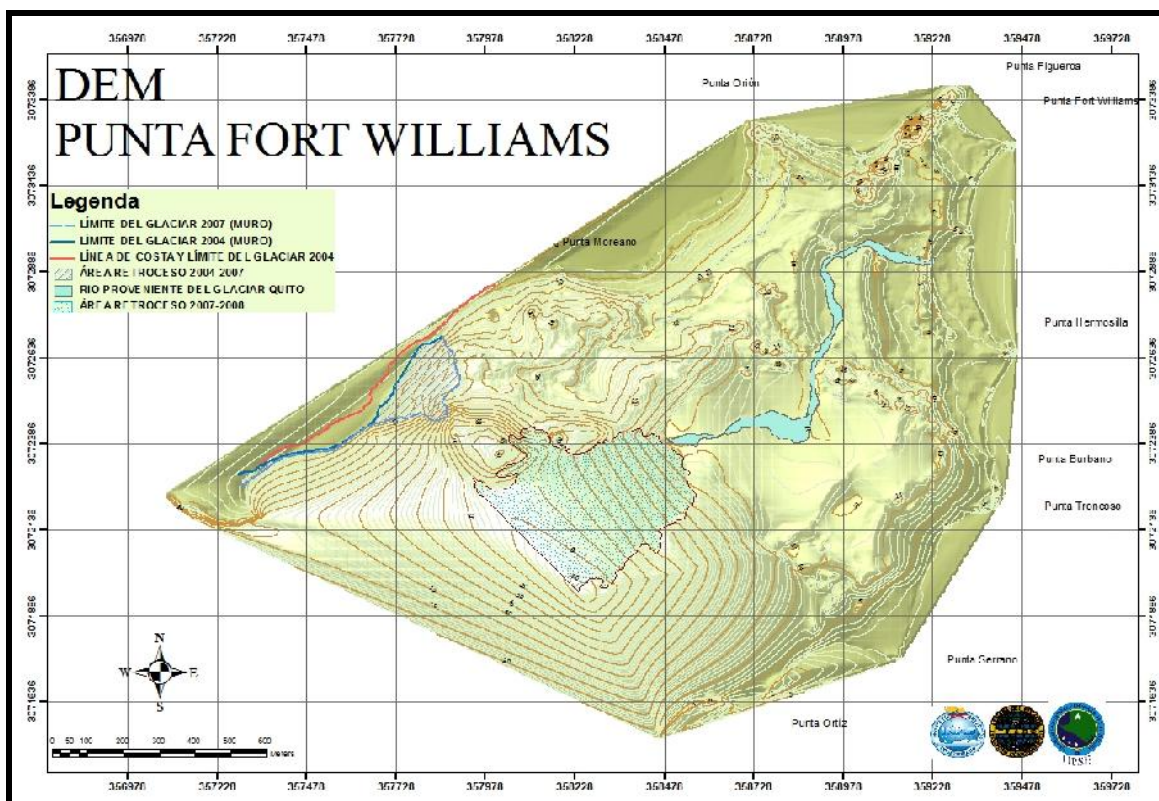


Figura 1.- Sitio de estudio

## 6. CRONOGRAMA DEL TRABAJO DE CAMPO EFECTUADO

El detalle de estos se lo desarrolla sobre la tabla 1

FECHA	ACTIVIDADES	OBSERVACIONES
26 de enero 2017	Revisión y acondicionamiento de los equipos de trabajo.	No se observa cobertura de de nieve en la parte este de la estación por lo que no será posible la realización las mediciones de sublimación y fusión.
27 de enero 2017	Acondicionamiento de los equipos de trabajo a ser utilizados en las medidas de balance de masa. Revisión instalación de la estación meteorológica.	Revisión en la bodegas (Contenedor de meteorología y módulo de laboratorio).
28 de enero 2017	Instalación de la estación meteorológica en el sitio elegido (junto al contenedor de meteorología).	<u>No se encuentra el computador GETAC destinado a la gestión de la Estación Meteorológica</u>
29 de enero 2017	<u>Adaptación para gestión de la Estación meteorológica Maldonado, se grabaran</u>	Condiciones de visibilidad pobres sobre el glaciar,

	<u>los datos en una memoria proporcionada por el Ing. Bolívar Cáceres</u>	
30 de enero 2017	Prueba de las mediciones realizadas en la estación meteorológica Maldonado, se realiza un primer chequeo al finalizar el día y se tiene un funcionamiento y registro óptimo.	Mal tiempo para subir al glaciar. Condiciones de visibilidad pobres sobre el glaciar, fuertes vientos. Se designa al Ing. Msc. Bolívar Cáceres para realizar la gestión de la estación meteorológica Maldonado.
31 de enero 2017	Se realiza un segundo chequeo de funcionamiento el cual es exitoso. Se realiza el reconocimiento del sector C del glaciar Quito encontrándose 4 estacas. Gestión de la estación meteorológica.	Condiciones de visibilidad buenas sobre el glaciar, vientos moderados y ausencia de precipitaciones.
1 de febrero 2017	Documentación fotográfica del pie del Glaciar en los sectores A y B . Mediciones de densidad de nieve en el sector A y B. Gestión de la estación meteorológica.	Condiciones de visibilidad buenas sobre el glaciar, vientos moderados y ausencia de precipitaciones.
2 de febrero 2017	Medición de Balance de masa , sobre los sectores B y C . Gestión de la estación meteorológica.	Condiciones de visibilidad buenas sobre el glaciar, vientos moderados y ausencia de precipitaciones.
3 de febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Ranchería. Gestión de la estación meteorológica.	
4 de febrero 2017	Foto para estimación del Albedo sector C Foto pie del glaciar 2016 sector B bajo. Gestión de la estación meteorológica.	Condiciones de visibilidad buenas sobre el glaciar, vientos moderados, cielo despejado y ausencia de precipitaciones.
5 de febrero 2017	Medición de Balance de masa parte alta de Punta Riquelme, Sector C. Mediciones de densidad de nieve Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados, nublado por la tarde ,lluvia ligera por la noche
6 de febrero 2017	Recopilación de información meteorológica en Base Prat. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados, nublado
7 de febrero 2017	Chequeo datos estación meteorológica Maldonado, se la reinstala usando un computador de escritorio lo que permitirá visualizar los datos en tiempo real. Gestión de la estación meteorológica.	Fuertes vientos, lluvia por la tarde, escasa visibilidad
8 de febrero 2017	Foto para estimación del Albedo sector C Foto pie del glaciar 2016 sector C bajo. Trabajo de gabinete, arreglo de información glaciológica-climatológica. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados, cielo despejado por el mañana, nublado por la tarde.
9 de febrero 2017	Trabajo de gabinete, arreglo de información glaciológica-climatológica. Gestión de la estación meteorológica.	Fuertes vientos, escasa visibilidad
10 de febrero 2017	Medición de precipitación. Trabajo de gabinete. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados, precipitación continua

11 febrero 2017	Medición de precipitación. Trabajo de gabinete. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos fuertes por la mañana disminuyendo en la tarde, visibilidad baja, presencia de lluvia.
12 febrero 2017	Visita delegación Base Prat. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados por la mañana disminuyendo en la tarde, visibilidad baja, ausencia de lluvia
13 febrero 2017	Medición de precipitación. Trabajo de gabinete. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos fuertes todo el día, visibilidad baja, presencia de lluvias.
14 febrero 2017	Medición de precipitación. Trabajo de gabinete. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados durante la mañana aumentando por la tarde, visibilidad escasa, ausencia de lluvia
15 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Ranchería. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados a fuertes durante la mañana aumentando por la tarde, visibilidad media, ausencia de lluvia
16 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados a fuertes durante la mañana aumentando por la tarde, visibilidad baja
17 de febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados durante la mañana aumentando por la tarde, visibilidad baja, ausencia de lluvia
18 de febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados durante el día aumentando por la tarde, visibilidad baja, lluvia por la tarde.
19 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados por la mañana, disminuyendo en la tarde, ausencia de lluvias.
20 febrero 2017	Prepara conferencia para personal de la estación Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados por la mañana, disminuyendo en la tarde, ausencia de lluvias
21 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica. Conferencia sobre Proyecto Glaciares	Vientos de moderados a fuertes, escasa visibilidad
22 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos débiles, escasa visibilidad, ausencia de precipitaciones
23 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos de moderados a fuertes, cubierto con precipitación por la tarde
24 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica.	Viento fuertes, cubierto con precipitación por la tarde
25 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Gestión de la estación meteorológica. Redacción informe de trabajos realizados.	Viento fuertes, cubierto con precipitación por la tarde

26 febrero 2017	Procesamiento de información glacio-climatológica. Redacción informe de trabajos realizados. Gestión de la estación meteorológica.	Tormenta de nieve. Vientos fuertes, visibilidad nula,
27 febrero 2017	Procesamiento de información glacio-climatológica. Redacción informe de trabajos realizados. Gestión de la estación meteorológica.	Tormenta de nieve. Vientos fuertes, visibilidad nula.
28 febrero 2017	Apoyo logístico a la estación. Ranchería. Gestión de la estación meteorológica.	Vientos moderados, despejado con sol
1 marzo 2017	Desmontaje y embalaje de estación meteorológica AWS. Apoyo logístico a la estación para el cierre. Empaque de materiales y valijas.	Vientos de moderados a fuertes, visibilidad media.
2 marzo 2017	Apoyo logístico a la estación para el cierre. Visita del Comandante general de Marina (COGMAR). Cierre y abandono de la estación.	Vientos de moderados a fuertes, visibilidad media.

## **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, la caminata desde Punta Ambato en dirección N-E no fue posible realizarla por la caída reciente de bloques y la no visita al sitio por razones de logística. (Fig. 2)



**Figura 2.- Caminata en el frente del glaciar Quito (Sector Punta Riquelme), 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.**

La red instalada en los años precedentes (2010- 2011) presenta un funcionamiento óptimo. (Fig. 5-6).



**Figura 5.- Detalle de una estaca instalada C3**



**Figura 6.- Detalle de estaca D4**

En las proximidades de cada estaca instalada se realizaron mediciones para conocer la densidad de la nieve acumulada en superficie, como se muestra en las figuras 7, 8 y 9.



**Figura 7.- Superficie de ablación 2016**



**Figura 8.-Medición del espesor de la capa de nieve**



**Figura 9.- Medición de la densidad de la capa de nieve en el sector B**



Se tomaron fotografías desde el pie del sector C con la finalidad de estimar el albedo que se produce sobre el glaciar, las mismas se las realiza los días con radiación plena.



**Figura 14.- Fotografía ISO-100**

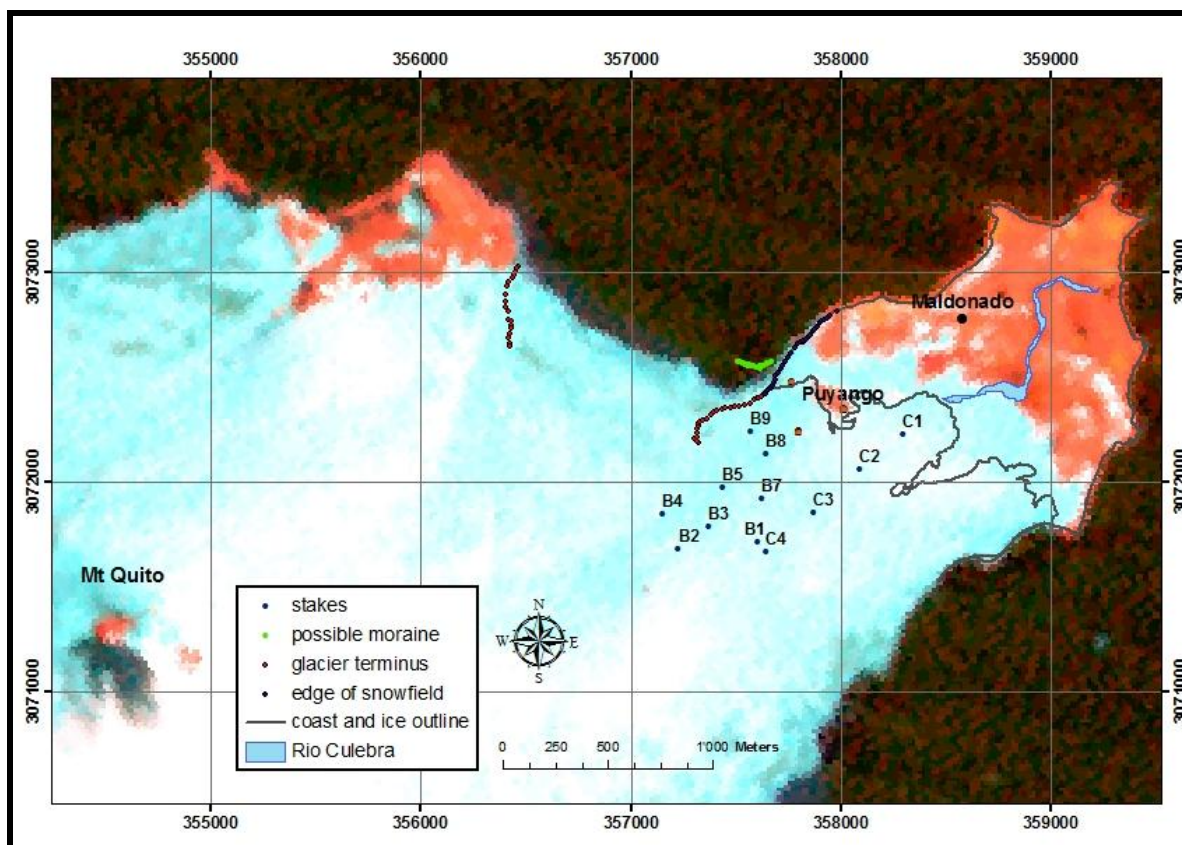




**Figura 15.- Fotografía ISO-2000**

## 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 14.



**Figura 14 .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

## 9.- CONCLUSIONES

Comparando los límites del glaciar Quito para el 2010 con los límites actuales medidos para 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016 se puede decir de manera preliminar que este presenta variaciones muy pequeñas, en cuanto a su balance de masa este si ha sufrido variaciones evidentes, esto deberá ser confirmado una vez que se analicen y procesen los datos tomados durante las mediciones que se realizaron durante la presente expedición.

## 10.- RECOMENDACIONES

Para la ejecución de los trabajos Glaciológicos se recomienda la colocación de los equipos en un sitio específico con la finalidad de evitar pérdida de los mismos.

Se recomienda instalar la estación meteorológica de INAE en el sitio designado para tal efecto (mástil ubicado a 50 metros al NE del área de laboratorios a una altura de 10 metros).

Se recomienda dotar de un computador de campo permanente y exclusivo para realizar la gestión de la estación Meteorológica (AWS) Maldonado, durante la presente expedición se tuvieron muchas dificultades para cumplir con esta gestión.

Realizar la adquisición de material de seguridad para trabajo sobre el glaciar (ver anexo)

## 11. Bibliografía

1.-Francou B., Ramírez 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, nº7, 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, 0° 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. Balance de masa para el glaciar 15 del Antisana año 2008.

**Ing. Msc. Bolívar Cáceres**

**Antártica Febrero 28 - 2017**

**Equipos dejados a la Base Pedro Vicente Maldonado**

**INAE**

- 4 arnes para escalada**
- 4 mosquetones de seguridad.**
- 2 pares de grampones**
- 2 piolets**
- 1 cuerda de 50 metros (anaranjada)**
- 1 balanza (entrada al laboratorio)**
- 2 espátulas**
- 1 bailejo**
- 1 tabla de picar amarilla**
- 1 ascensor derecho (yumar)**

**INAMHI**

- 1 Tina metálica para estimar la fusión (diámetro 50 cm)**
- 1 Tubo de acero inoxidable de 50 centímetros de longitud con tapa (10cm\*10cm)**
- 1 trípode de madera marca Sokia**
- 1 arnés de carga (azul)**
- 1 caja de madera para embalaje.**
- 6 recipientes plásticos (lisímetros) de diferente capacidad.**
- 1 par de bastones para caminata.**
- 1 maso de goma**

**Recomendaciones para adquisición a futuro**

- 2 pares de botas para alta montaña**
- 3 pares de bastones para caminata**
- 2 mochilas para el campo (60 litros)**
- 3 estacas para nieve**
- 4 cordinos (50 cm, 4mm)**
- 2 arnés para escalada (XL)**
- 1 Cable de poder (70 metros) para conexión de la estación**
- 1 Cable para datos con conector R2-32 y conector especial Vaisala (70 metros)**