

## **Plan de gestión de la**

### **Zona Antártica Especialmente Protegida N° 163:**

### **glaciar Dakshin Gangotri, Tierra de la Reina Maud**

#### ***1. Introducción***

En la XXV RCTA, la India presentó un documento de trabajo (WP47) sobre un proyecto de plan de gestión de un sitio de especial interés científico (SEIC) que se proponía establecer en el morro del glaciar Dakshin Gangotri, colinas Schirmacher (también conocidas como Vassfjellet), en la Tierra de la Reina Maud. El Comité para la Protección del Medio Ambiente señaló que el sitio debía designarse como zona antártica especialmente protegida (ZAEP), en vez de SEIC. Por consiguiente, en la XXVI RCTA, la India presentó un proyecto de plan de gestión para una zona antártica especialmente protegida (XXVI ATCM WP38) y posteriormente presentó un plan de gestión revisado en la XXVII RCTA (WP33). El plan de gestión fue aprobado por medio de la Medida 2 (2005) y la zona fue designada ZAEP 163 en la XXVIII RCTA (WP25).

El glaciar Dakshin Gangotri tiene gran valor para el monitoreo del retroceso de los glaciares. El morro se viene monitoreando desde 1983 a fin de comprender el efecto del cambio climático en el glaciar. Esta zona también es importante para el estudio de algas, musgos, cianobacterias y líquenes, que están muy difundidos en las colinas Schirmacher y especialmente en la ZAEP. Las cianobacterias efectúan una contribución importante a la fijación de nitrógeno, y ya se han identificado muchas especies en esta zona, así como numerosas especies de líquenes, según un estudio iniciado en 2003.

#### ***2. Descripción de los valores que requieren protección***

##### **i. Valor histórico**

El glaciar Dakshin Gangotri es una pequeña lengua de la capa de hielo polar continental que recubre las colinas Schirmacher en la región central de la Tierra de la Reina Maud. Fue identificado por la segunda Expedición Antártica de la India en 1982-1983 y desde entonces se vigila su morro regularmente en lo que respecta a retrocesos y avances.

##### **ii. Valor científico**

Con la gran cantidad de datos disponibles durante las dos últimas décadas, se ha convertido en un sitio valioso para observar los cambios en el movimiento de la capa de hielo antártico como consecuencia del calentamiento de la Tierra. La zona es sumamente importante desde el punto de vista científico para los glaciólogos y los expertos en medio ambiente. Debido a sus valores científicos y a la naturaleza de la investigación, la zona está protegida como zona antártica especialmente protegida de conformidad con los artículos 2, 3, 5 y 6 del Anexo V del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección del Medio Ambiente, con el propósito de evitar la interferencia en investigaciones científicas planeadas y en curso.

Durante el verano austral de 2003-2004 se realizaron campañas del sistema mundial de determinación de posición (GPS) a fin de obtener información sobre la velocidad y la distribución de la velocidad de deformación en el borde de la capa de hielo continental que recubre la parte sur de las colinas Schirmacher en la región central de la Tierra de la Reina Maud. Se recopilaron datos para el GPS durante dos años en 21 sitios y se los analizó para calcular los puntos de referencia de las coordenadas del sitio y las velocidades. Las velocidades horizontales de los glaciares se sitúan entre  $1,89\pm 0,01$  y  $10,88\pm 0,01$  m a-

1 hacia el nornordeste, con una velocidad media de  $6,21 \pm 0,01$  m a-1. Las tasas de deformación principales proporcionan una medición cuantitativa de las tasas de extensión, que van de  $(0,11 \pm 0,01) \times 10^{-3}$  a  $(1,48 \pm 0,85) \times 10^{-3}$  a-1, y de las tasas de acortamiento, que van de  $(0,04 \pm 0,02) \times 10^{-3}$  a  $(0,96 \pm 0,16) \times 10^{-3}$  a-1 (Sunil et al., 2007).

### iii. Valor ambiental

En la Zona designada, la exploración mostró la abundante la diversidad de la fauna de invertebrados que viven en los musgos. Las colinas Schirmacher constituyen asimismo una zona importante en cuanto a la diversidad de algas y cianobacterias. Los musgos terrestres están bastante difundidos en las colinas Schirmacher y colonizan una amplia gama de hábitats. Debido a su naturaleza poiquilohídrica y la estrategia alternativa de adaptación, los musgos constituyen uno de los pocos grupos de plantas que crecen en la Antártida. Los musgos desempeñan una función en la modificación del hábitat, el ciclado de nutrientes y el suministro de refugio y seguridad a animales invertebrados asociados. Los estudios de los musgos en las colinas Schirmacher revelaron que la distribución de musgos es importante en la parte central y en la zona designada, en comparación con la parte oriental y la parte occidental.

Se ha estudiado la distribución de las algas, las cianobacterias y la flora en arroyos de agua dulce del oasis en la zona de estudio designada. Las especies notificadas son *G. magma*, *Chaemosiphon subglobosus*, *Oscillatoria limosa*, *O. limnetica*, *P. frigidum*, *P. autumnale*, *Nostoc commune*, *N. punctiforme*, *Calothrix gracilis*, *C. brevissima*, *Uronema sp.* y *Cosmarium*. Entre las cianobacterias encontradas en el arroyo de las colinas Schirmacher, el aporte de especies fijadoras de nitrógeno podría repercutir considerablemente en la economía del nitrógeno del ecosistema a través de su fijación. En las colinas Schirmacher se estudiaron también las skúas polares y se informó que anidan y se reproducen en los alrededores del lugar designado.

En otros estudios de los líquenes realizados desde 2003-2004 en la zona protegida se observó la presencia de especies tales como *Acarospora geynii*, C.W.Dodge & E.D.Rudolph, *Acarospora williamsii*, Filson, *Amandinea punctata*, (Hoffm.) Coppins & Scheid, *Buellia frigida*, Darb., *Buellia grimmiae*, Filson, *Candelaria murrayi*, Poelt, *Candelariella flava*, (C.W.Dodge & G.E. Baker), Castello & Nimis, *Carbonea vorticsa*, (Florke) Hertel, *Lecanora expectans*, Darb., *Lecanora fuscobrunnea*, C.W. Dodge & G.E. Baker, *Lecanora geophila* (Th. Fr.) Poelt, *Lecidea andersonii*, Filson, *Lecidea cancriformis*, C.W.Dodge & G.E. Baker, *Lecidella siplei*, (C.W. Dodge & G.E. baker) May., *Lepraria cacuminum*, (A. Massal.) Lohtander, *Physcia caesia*, (Hoffm.) Furnr., *Pseudephebe minuscule*, (Nyl. Ex Arnold) Brodo & D. Hawksw., y *Rhizoplaca melanophtalma*, (Ram.) Luckert & Poelt (Olech et al., 2010).

### 3. Finalidades y objetivos

La gestión del glaciar Dakshin Gangotri persigue las siguientes finalidades:

- evitar la degradación de los valores de la Zona previniendo las perturbaciones innecesarias causadas por seres humanos;
- permitir la investigación científica sobre los glaciares y el medio ambiente, protegiendo al mismo tiempo la exactitud de las observaciones frente a todo tipo de aporte de los seres humanos;
- cerciorarse de que los puntos periféricos a lo largo del morro no sean afectados adversamente por la actividad humana en la Zona;
- mantener la zona como indicador de referencia para el estudio de los patrones de movimiento de esta parte de la capa de hielo antártico afectada por el calentamiento de la Tierra;
- permitir las visitas con fines de gestión para cumplir los objetivos del plan de gestión de la Zona; y
- reducir al mínimo la posibilidad de introducción de plantas, animales y microbios no autóctonos en la Zona.

#### **4. Actividades de gestión**

Se realizarán las siguientes actividades de gestión para proteger los valores de la Zona:

- En las estaciones de investigación Maitri (India) y Novolazarevskaya (Rusia) se colocará, en un lugar bien visible, un mapa detallado que muestre la ubicación y los límites de la Zona, así como las restricciones especiales aplicables. En ambas estaciones se dispondrá también de copias de este plan de gestión.
- En rocas prominentes cerca de ambos puntos de ingreso al valle (el extremo este y el extremo sudeste) se colocarán dos letreros con la ubicación y los límites de la Zona y una explicación clara de las restricciones al ingreso a fin de evitar el ingreso accidental.
- Se suministrarán copias de este plan de gestión, junto con mapas de la ubicación y los límites de la Zona, a las embarcaciones y las aeronaves que visiten el lugar.
- Los señalizadores, letreros, mojones y otras estructuras instalados en la Zona con fines científicos o de gestión deberán estar bien sujetos y en buen estado, y deberán ser retirados cuando ya no se necesiten.
- Se realizarán las visitas necesarias a la Zona (por lo menos una vez cada cinco años) para determinar si la Zona continúa sirviendo a los fines para los cuales fue designada y cerciorarse de que las medidas de gestión y mantenimiento sean apropiadas.
- El plan de gestión será revisado al menos una vez cada cinco años y se actualizará según sea necesario.

#### **5. Período de designación**

La designación de la ZAEP abarca un período indeterminado.

#### **6. Mapas**

Se adjuntan los mapas y las fotografías siguientes para ilustrar la Zona y el plan propuesto:

Mapa 1. Ubicación de las colinas Schirmacher en la región central de la Tierra de la Reina Maud, Antártida oriental

Mapa 2. Mapa de las colinas Schirmacher, que muestra la ubicación de la estación de investigación Maitri (India) y la estación de investigación Novolazarevskaya (Rusia)

Mapa 3. Clasificación y enumeración de los lagos de las colinas Schirmacher (según Ravindra et al., 2001)

Mapa 4. Mapa topográfico de la Zona (equidistancia de las curvas de nivel: 10 m)

Mapa 5. Trayecto de los glaciares fósiles en las colinas Schirmacher (según Beg et al., 2000)

Mapa 6. Vista aérea del morro del glaciar Dakshin Gangotri

Figura 1. Imagen de los indicadores de los límites de la ZAEP

#### **7. Descripción de la Zona**

##### **i. Coordenadas geográficas, indicadores de límites y características naturales**

Las colinas Schirmacher son una cadena de cerros rocosos, de unos 17 km de largo en el sentido E-O (con límites a 11° 22' 40" y 11° 54' 20" de longitud Este) y de 0,7 km a 3,3 km de ancho, aproximadamente (con límites a 70° 43' 50" y 70° 46' 40" de latitud Sur). Su elevación oscila entre 0 m y 228 m sobre el

## Informe Final RCTA XXXIII

nivel medio del mar. Forma parte de la región central de la Tierra de la Reina Maud en la Antártida oriental. La Zona propuesta es un fragmento de la sección occidental de las colinas Schirmacher.

Los límites de la Zona propuesta se encuentran a 11° 33' 30" y 11° 36' 30" de longitud Este y 70° 44' 10" y 70° 45' 30" de latitud Sur. La Zona tiene una extensión aérea de 4,53 km<sup>2</sup>. Las esquinas nordeste y noroeste de la Zona se encuentran en hielo de barrera, mientras que el extremo sudoeste se encuentra en la capa de hielo polar. El extremo sudeste está en un afloramiento rocoso.

Desde el punto de vista topográfico, la Zona puede dividirse en cuatro unidades diferenciadas: la capa de hielo continental del sur, las laderas de los cerros rocosos, un lago proglaciar central vasto (lago B7, lago Sbrosovoye) y el hielo de barrera ondulatorio del norte.

La capa de hielo en el extremo sur está formada por "hielo azul" desnudo, que desciende de la curva de nivel de 180 m a la curva de nivel de 10 m en el morro del glaciar. Está fisurada y la cruzan fracturas de NE-SO a NNE-SSO. Dos arroyos supraglaciares pequeños y efímeros fluyen sobre el morro en dirección NNE.

El terreno rocoso es desparejo. La anchura mínima de las colinas Schirmacher, en el morro, es de menos de 50 m. Las laderas orientales y occidentales de los cerros descienden hacia el morro, formando un ancho valle. Las curvas de nivel descienden de 150 m hasta el nivel medio del mar en el borde septentrional de los afloramientos rocosos.

La parte central de la Zona está ocupada por el lago B7. Es un lago de origen glaciar, cuyas dimensiones son 500 m x 300 m, aproximadamente.

La parte norte de la Zona comprende hielo de barrera con lomos de presión, fracturas y fisuras. El contacto entre el hielo de barrera y las laderas rocosas orientales está marcado por un lineamiento prominente de 3 km de longitud en dirección NNE-SSO. Las fracturas en el hielo son paralelas también a este lineamiento.

Las colinas Schirmacher presentan un terreno metamórfico con facies que van de granulitas a anfíbolitas. Los tipos de rocas están representados por charnoquitas, enderbitos, gneis de granate-silimanita, gneis de granate-biotita, gneis lenticular cuarzofeldespático con algunos lamprofidios lamelares, anfíbolitas, basalto basto, metagabro y metabasalto. Los ciclos rocosos son predominantemente grenvilleanos (1000 Ma) y panafricanos (550 Ma). Se distinguen tres fases de deformación.

La Zona comprende principalmente rocas de tipo charnoquita-khondalita (gneis de cuarzo-granate-silimanita-pertita±grafito) con algunas capas intermedias de cuarcitas de silimanita granate, gneis calcosilicatado y granulitas máficas. Dos grupos de fallas (N30E y N50E) son bastante prominentes. Una de estas fallas principales se extiende desde el extremo nordeste de la Zona y atraviesa las tres unidades geomorfológicas: el hielo de barrera, las rocas y la capa de hielo continental.

Los datos meteorológicos de la cercana Estación de Investigación Maitri, de la India, revelan que el clima de la Zona es polar seco. Las temperaturas extremas en los meses más cálidos y más fríos oscilan entre 7,4°C y -34,8°C. La temperatura media anual es de -10,2°C. Diciembre es el mes más cálido del año y agosto es el más frío. Las ventiscas de nieve alcanzan una velocidad de vendaval de 90 a 95 nudos; la velocidad media anual del viento es de 18 nudos. Predominan los vientos en dirección E-SE. Las nevadas son bastante frecuentes durante los meses de invierno, pero los vendavales limpian las superficies rocosas y se deposita mucha nieve en la cara de sotavento de las lomas.

De 1983 a 1996 se realizaron observaciones glaciológicas desde dos puntos fijos ("G" y "H") por medio de mediciones electromagnéticas de distancia o teodolito. Los resultados revelaron que el glaciar está retrocediendo constantemente, año tras año, a una tasa de recesión media de 70 cm por año.

En 1996, con el propósito de aumentar la exactitud de las observaciones, se marcaron 19 puntos periféricos en torno al morro del glaciar. La recesión anual media de 1997 a 2002 fue de 48,7 cm, 74,9 cm, 69,5 cm, 65,8 cm y 62,7 cm, respectivamente.

Esto se traduce en una recesión media general de 65,3 cm por año para el período 1996-2002, lo cual coincide con las observaciones del período anterior (1983-1996) de una tasa de recesión de siete metros por década.

Los datos obtenidos con el monitoreo subsiguiente revelaron que el retroceso anual medio de 2003, 2004, 2005 y 2006 aumentó gradualmente a 68,0, 69,4, 71,3, y 72,8 cm al año. Sin embargo, en 2006-2007, el retroceso medio del frente de hielo polar de Dakshin Gangotri fue de solo 0,6 m, pero los datos recopilados en el borde occidental de las colinas Schirmacher mostraron un retroceso anual medio de alrededor de 1,4 m en 2006-2007. El retroceso anual medio del morro del glaciar Dakshin Gangotri fue de alrededor de 1 m en 2008, mientras que el retroceso anual medio de la extensión occidental del frente de hielo fue de 2 m, aproximadamente. El retroceso máximo se observó en el punto de observación 14, donde se registró un retroceso acumulativo de 17,21 metros en diez años (1996-2006).

## **ii. Áreas restringidas y administradas en la Zona**

A lo largo de la periferia del glaciar Dakshin Gangotri se marcaron 19 puntos de observación en febrero de 1996. Utilizando estos puntos como referencia se logró registrar el movimiento del glaciar con una precisión de 1 cm. Se dispone también de datos precisos de vigilancia en una escala en centímetros para el período 1996-2002. Debería restringirse el acceso a esta zona. A fin de proteger la exactitud de las observaciones científicas se propone que, en un radio de 100 m a lo largo de la periferia del glaciar, el acceso sea limitado.

## **iii. Ubicación de estructuras dentro de la Zona y en sus proximidades**

Con excepción de dos mojones (“G” y “H”), que señalan los sitios utilizados para estudios glaciológicos y topográficos, no hay estructuras en la Zona.

En el futuro se instalarán algunos letreros y mojones para avisar sobre la protección de la Zona.

## **iv. Ubicación de otras zonas protegidas en las cercanías**

En las colinas Schirmacher no hay otras zonas protegidas.

## **8. Condiciones para la expedición de permisos**

### **a) Acceso a la Zona y circulación dentro de la misma**

El ingreso a la Zona estaría prohibido, excepto con un permiso expedido por una autoridad nacional pertinente designada de conformidad con el artículo 7 del Anexo V del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección Ambiental. El permiso de ingreso a la Zona sólo puede expedirse con fines de investigación científica o con fines de gestión esenciales congruentes con los objetivos y las disposiciones del plan de gestión, con la condición de que las actividades permitidas no pongan en peligro los valores científicos y ambientales de la Zona y no interfieran en los estudios científicos en curso. Se permite entrar en la Zona solamente a pie, y se prohíbe el ingreso de vehículos terrestres y el aterrizaje de helicópteros en la Zona.

### **b) Actividades que se llevan a cabo o que se pueden llevar a cabo dentro de la Zona y restricciones con respecto al momento y el lugar**

Se podrán llevar a cabo las siguientes actividades dentro de la Zona:

- investigaciones científicas concordantes con el plan de gestión, incluidos los valores para los cuales se ha designado la Zona, que no puedan realizarse en otro lugar y que no pongan en peligro el ecosistema de la Zona; y

- actividades indispensables de gestión, incluido el monitoreo.

**c) Instalación, modificación o desmantelamiento de estructuras**

No se podrán erigir estructuras en la Zona excepto por las que se especifiquen en un permiso. No se instalarán equipos, con excepción de aquellos que sean esenciales para la investigación científica o para las actividades de gestión, los cuales deberán estar autorizados en un permiso. El equipo científico que se instale en la Zona deberá llevar claramente el nombre del país, el nombre del investigador principal, el año de instalación y la fecha prevista de terminación del estudio. En el informe sobre la visita se debe proporcionar información detallada. Todos estos artículos deberían estar hechos de materiales que presenten un riesgo mínimo de contaminación de la Zona y deberán retirarse en cuanto concluya el estudio. El retiro de todo el equipo específico cuyo permiso haya vencido será una condición para el otorgamiento del permiso.

**d) Ubicación de los campamentos**

Se prohíbe acampar en la Zona. Se permitirá acampar a 1.000 metros del borde oriental del lago B7 (lago Sbrosovoye) o a 500 metros de su borde occidental.

**e) Restricciones relativas a los materiales y organismos que puedan introducirse en la Zona**

- Se prohíbe la introducción deliberada de animales vivos, material de plantas o microorganismos en la Zona y se deben tomar precauciones para evitar su introducción accidental.
- No se introducirán plaguicidas, herbicidas, sustancias químicas ni radioisótopos en la Zona, con excepción de aquellos permitidos para fines científicos o de gestión. Estos agentes autorizados se retirarán de la Zona cuando concluya la actividad.
- No se podrá almacenar combustible en la Zona, salvo que se utilice para una actividad autorizada. No se construirán depósitos permanentes en la Zona.
- Todo el material que se introduzca en la Zona podrá permanecer durante un período determinado únicamente y deberá ser retirado a más tardar cuando concluya dicho período.

**f) Recolección de ejemplares de la flora y fauna autóctonas o intromisión perjudicial**

Toda intromisión en la flora y fauna autóctonas de la Zona se realizará de conformidad con las disposiciones del Protocolo al Tratado Antártico sobre Protección Ambiental, 1991, Anexo II, artículo 3. En caso de toma de animales o intromisión perjudicial en los mismos, se deberá usar como norma mínima el *Código de conducta del SCAR para el uso de animales con fines científicos en la Antártida*.

**g) Toma o traslado de cualquier cosa que el titular del permiso no haya llevado a la Zona**

Se podrá recolectar o retirar material de la Zona únicamente de conformidad con el permiso y dicho material deberá limitarse al mínimo necesario para fines de índole científica o de gestión.

Todo material de origen humano que no haya sido llevado a la Zona por el titular del permiso pero que probablemente comprometa los valores de la Zona podrá ser retirado salvo que el impacto de su extracción probablemente sea mayor que el efecto de dejar el material in situ. En tal caso se deberá notificar a la autoridad nacional pertinente.

**h) Eliminación de desechos**

Todos los desechos, incluidos los desechos humanos, deberán ser retirados de la Zona.

**i) Medidas que podrían requerirse para garantizar el continuo cumplimiento de los objetivos y las finalidades del plan de gestión**

Se podrán conceder permisos para ingresar en la Zona a fin de realizar actividades de monitoreo biológico e inspección de la Zona.

Todos los sitios donde se lleven a cabo actividades de monitoreo a largo plazo deberán estar debidamente marcados y se deberá determinar su ubicación con el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) a fin de asentarla en el Sistema del Directorio de Datos Antárticos por medio de la autoridad nacional pertinente.

**j) Requisitos relativos a los informes**

El titular principal del permiso presentaría a la autoridad nacional pertinente un informe de la visita en el cual se describan las actividades realizadas por las personas a quienes se haya expedido el permiso. Dichos informes deberán presentarse cuanto antes después del vencimiento del permiso e incluir los tipos de información señalados en el formulario para el informe de visita recomendado por el SCAR o según se disponga en las leyes nacionales. La autoridad llevará un registro de dichas actividades y lo pondrá al alcance de las partes interesadas.

## Bibliografía

- ASTHANA R., GAUR M.P., CHATURVEDI, A. (1996):** Notes on Pattern of Snow Accumulation/ablation on ice shelf and Secular Movement of Dakshin Gangotri Glacier Snout in Central Dronning Maud Land, East Antarctica. In: *scientific Report of the Twelfth Indian Scientific Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 10, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp.111-122.
- BEG M.J., PRASAD A.V.K., CHATURVEDI, A. (2000):** Interim Report on Glaciological Studies in the Austral Summer of 19<sup>th</sup> Indian Antarctic Expedition. In: *Scientific Report of Nineteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 17, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 121-126.
- BEJARNIYA B.R., RAVIKANT V., KUNDU A. (2000):** Glaciological Studies in Schirmacher Hill and on Ice Shelf during XIV Antarctica Expedition. In: *Scientific Report of Sixteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 14, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 121-126.
- CHATURVEDI A., SINGH A., GAUR M.P., KRISHNAMURTHY, K.V., BEG M.J. (1999):** A confirmation of Polar Glacial Recession by Monitoring the Snout of Dakshin Gangotri Glacier in Schirmacher Range. In: *Scientific Report of Fifteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 13, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 321-336.
- D'SOUZA M.J., KUNDU A. (2000):** Glaciological studies during the Seventeenth Antarctic Expedition. In: *Scientific Report of Seventeenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 15, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp.67-72.
- KASHYAP A.K. (1988.):** Studies on Algal flora of Schirmacher Oasis, Dronning Maud land, Antarctica . In: *Proceedings of Workshop on Antarctic Studies*, Ministerio de Defensa, CSIR, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp.435-439
- KAUL M.K., CHAKRABORTY S.K., RAINA V.K. (1985):** A Note on the snout of the Dakshin Gangotri Glacier, Antarctica. In: *Scientific Report of Second Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 2, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 91-93.
- KAUL M.K., SINGH R.K., SRIVASTAVA D., MUKERJI S., JAYARAM S. (1998):** Observations on the Changes in the Snout of Dakshin Gangotri Glacier, Antarctica. In: *Scientific Report of the Fifth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 5, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 205-209.
- MUKERJI S., RAVIKANT V., BEJARNIYA B.R., OBEROI L.K., NAUTIYAL S.C. (1995):** A Note on the Glaciological Studies Carried Out During Eleventh Indian Expedition to Antarctica. In: *Scientific Report of Eleventh Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 9, Ministerio de Defensa, Gobierno de la India, Nueva Delhi, pp. 153-162.
- OLECH M., SINGH S.M. (2010) :** Lichens and Lichenicolous Fungi of Schirmacher Oasis, Antarctica. *Monograph*, National Centre for Antarctic and Ocean Research, India. NISCAIR, New Delhi (en imprenta).
- PANDEY K.D., KASHYAP A.K. (1995):** Diversity of Algal Flora in Six Fresh Water Streams of Scirmacher Oasis, Antarctica. In: *Scientific Report of Tenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 8, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 218-229.
- RAVINDRA R., CHATURVEDI A. AND BEG M.J. (2001):** Melt Water Lakes of Schirmacher Oasis - Their Genetic Aspects and Classification. In: *Advances in Marine and Antarctic Science*, Ed. Sahu, DB and Pandey, PC, Dariyaganj, New Delhi, pp. 301-313.



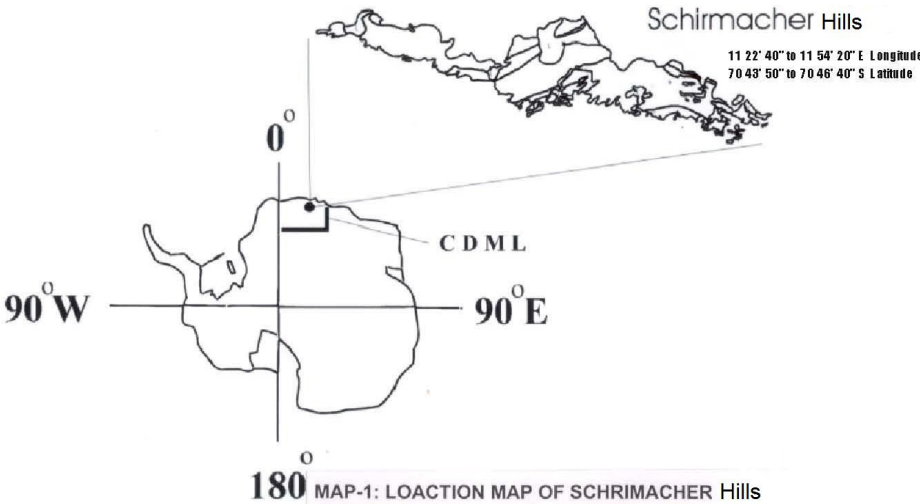
**RAVINDRA R., SRIVASTAVA V.K., SHARMA B.L., DEY A., BEDI, A.K. (1994):** Monitoring of Icebergs in Antarctic Waters and a Note on the Secular Movement of Dakshin Gangotri Glacier. In: *Scientific Report of Ninth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 6, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp. 239-250.

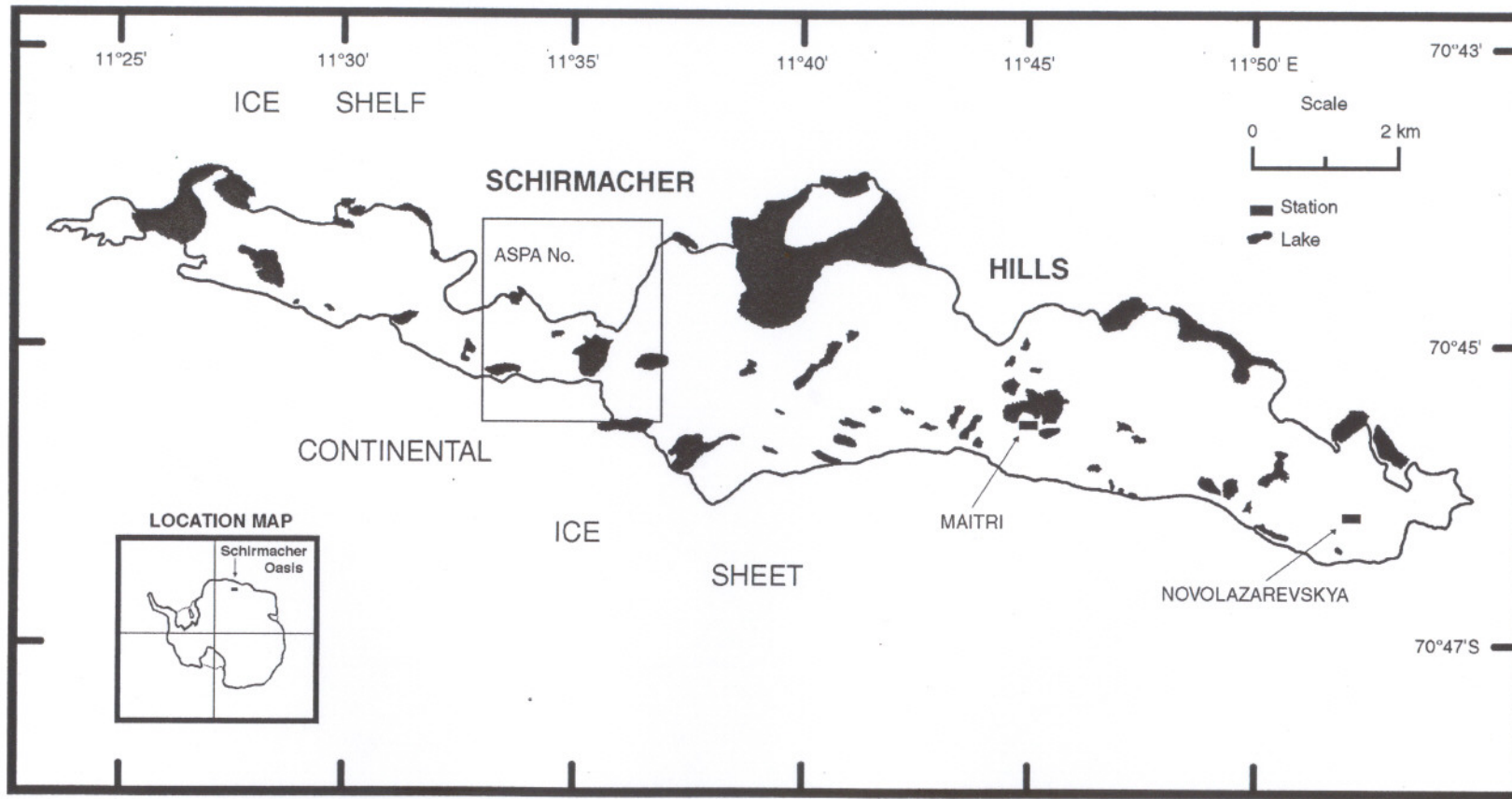
**RAVINDRA, R. (2001):** Geomorphology of Schirmacher Oasis, East Antarctica. *Proc. Symp. on Snow, Ice and Glaciers*, Geol. Sur. India, Spl. Pub. No. 53, pp. 379-390.

**SINGH D.K., SEMWAL R.C. (2000):** Bryoflora of Schirmacher Oasis, East Antarctica: A Preliminary Study. In: *Scientific Report of Sixteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 14, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.173-186.

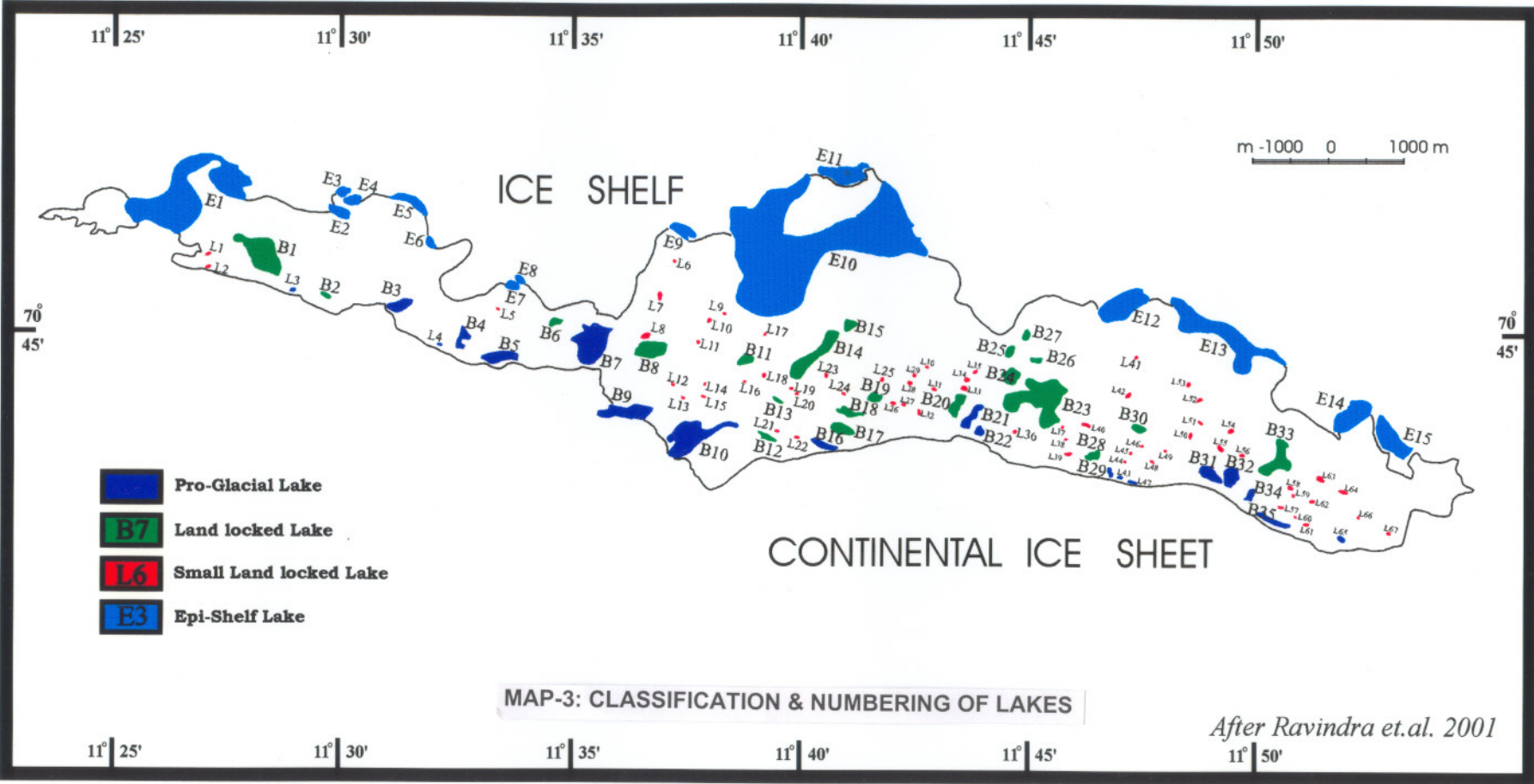
**SUNIL P.S., REDDY C.S., PONRAJ M., DHAR A., JAYAPPAUL D. (2007) :** GPS Determination of the Velocity and Strain-Rate Fields on Schirmacher Glacier, Central Dronning Maud Land, Antarctica. *Journal of Glaciology*, vol. 53, pp. 558-564.

**VENKATARAMAN K. (1998):** Studies on Phylum Tardigrada and Other Associated Fauna, South Polar Skua and Bird and Mammal Ligning during 1994-1995 Expedition. In: *Scientific Report of Fourteenth Indian Expedition to Antarctica*, Tech. Pub. No. 12, D.O.D., Govt. of India, New Delhi, pp.220-243.





MAP-2: MAP SHOWING LOCATION OF MAITRI (INDIA) & NOVOLAZAREVSKAYA RUSSIA



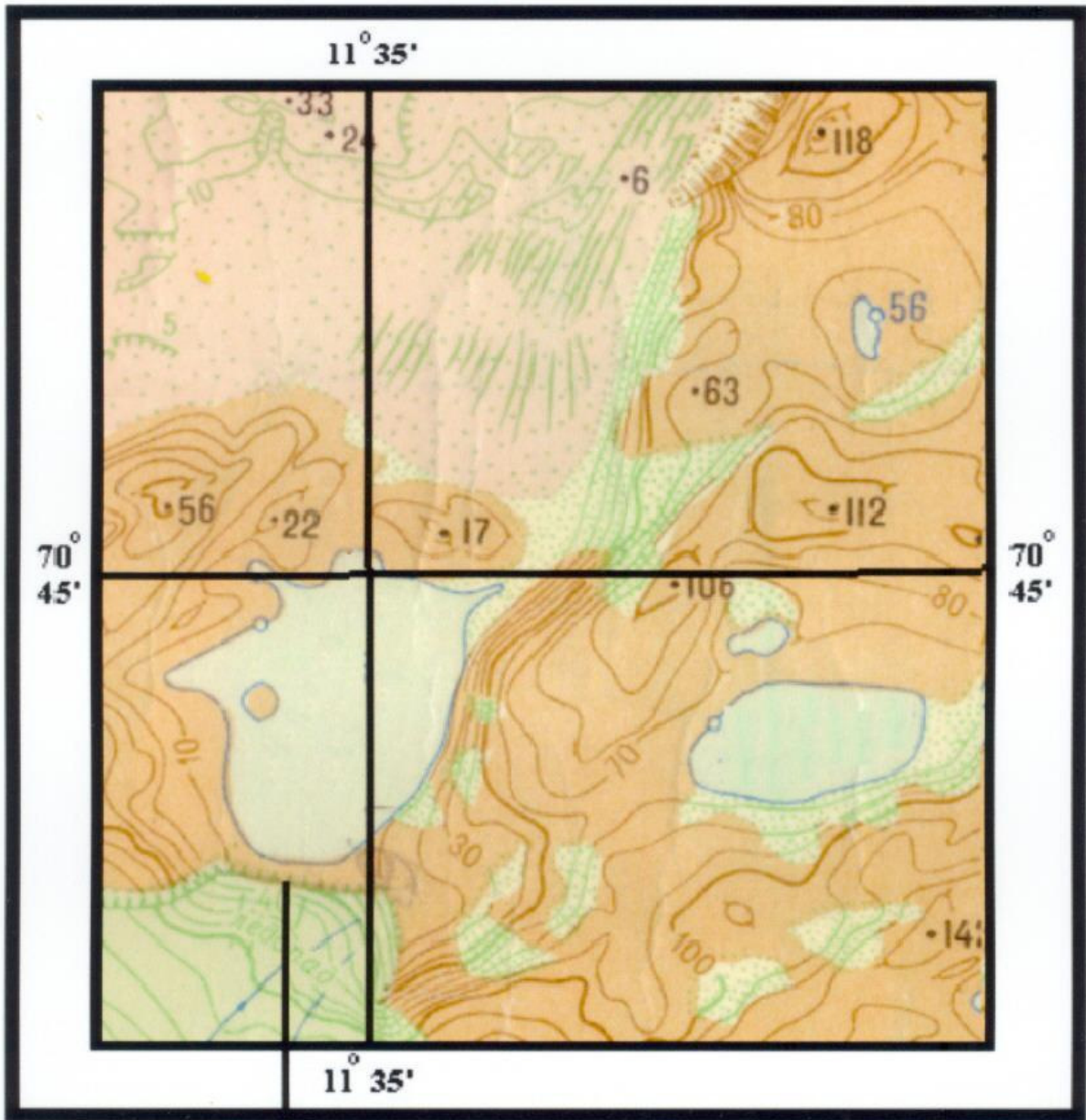
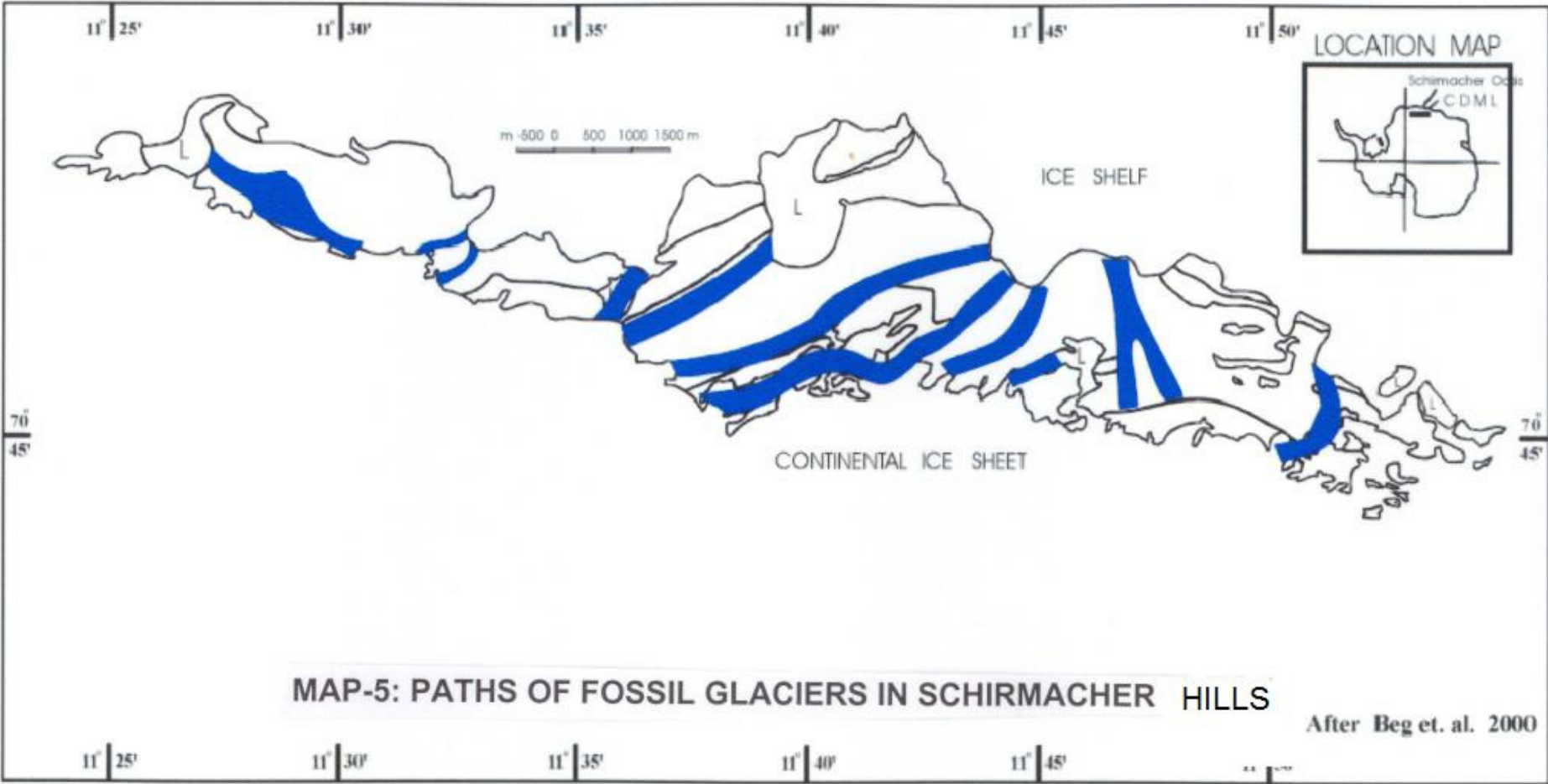
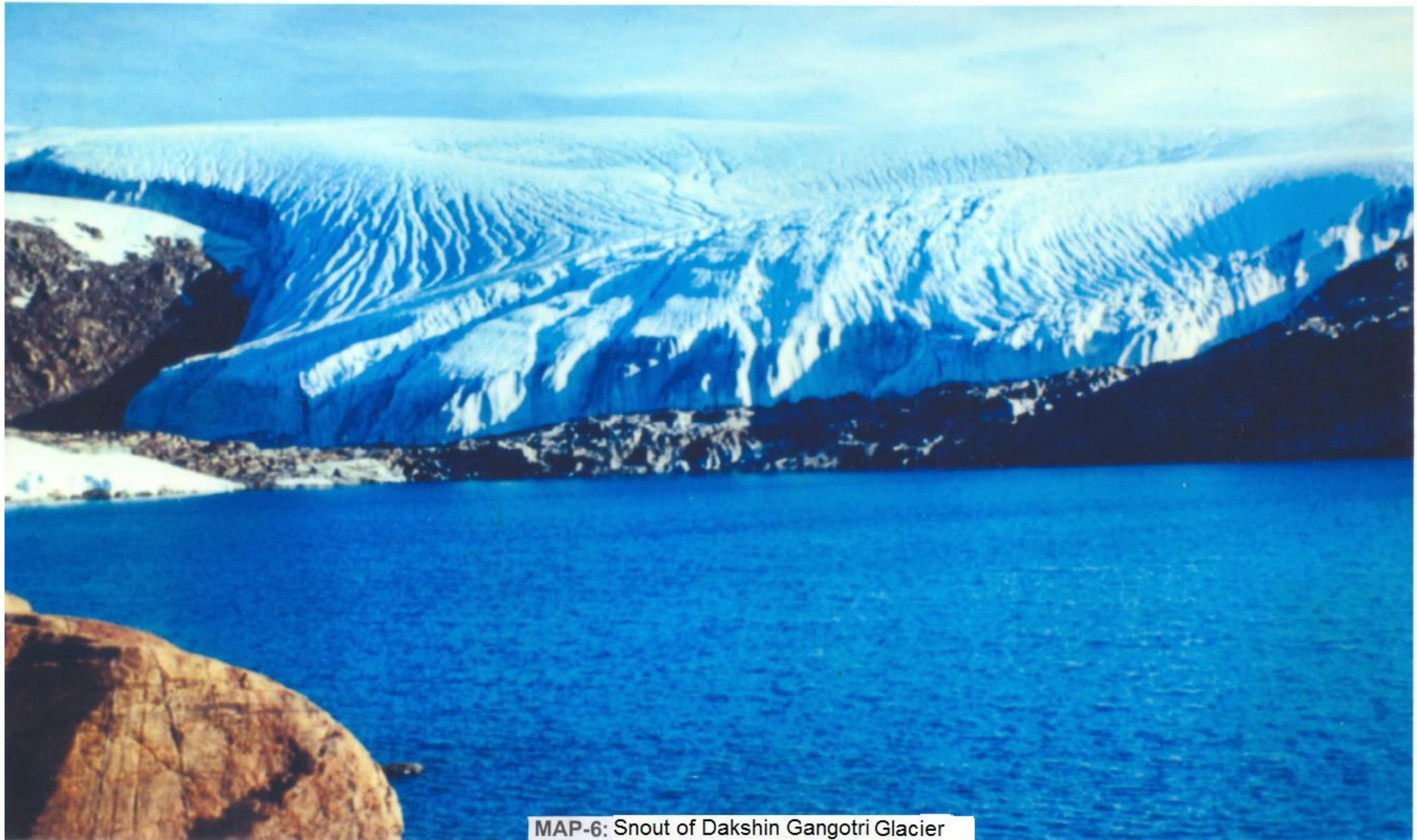


Plate - 4

Snout of Dakshin Gangotri

MAP-4: TOPOGRAPHIC MAP OF THE AREA





MAP-6: Snout of Dakshin Gangotri Glacier



Figure 1 : Images of secured marker at two different locations at the boundary of ASPA 163