



MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES
INRENA



DIRECCIÓN GENERAL DE AGUAS Y SUELOS
DGAS

UNIDAD DE GLACIOLOGÍA Y RECURSOS HÍDRICOS
UGRH



1977



2001

VARIACIONES DEL FRENTE
GLACIAR BROGGI
—
CORDILLERA BLANCA

Ing. R. Jesús Gómez López

Huaraz, Diciembre 2001

Calle Diecisiete N° 355 Urb. El Palomar, San Isidro, Lima-27
Teléfono (51 1) 224-3298 Fax (51 1) 224-3218
Apartado Postal 4452

Av. Confraternidad Internacional 167- - Huaraz
☎ 72-1611 Fax 72-1601

**INFORME TECNICO****CONTROL DEL LIMITE FRONTAL DEL GLACIAR BROGGI****DICIEMBRE 2001****I. OBJETIVO:**

- ✓ Realizar el levantamiento topográfico del límite del frente del glaciar Broggi.

II. LUGAR, FECHA Y UBICACION:

Glaciar Broggi, cuenca alta del río Llanganuco en la Cordillera Blanca; desde las 06:00 del día 06/12/01 hasta las 20:00 horas del 07/12/01.

GLACIAR BROGGI

Código de identificación : 1P005CIF03
Distrito : Ranrahirca
Provincia : Yungay
Departamento : Ancash
Coordenadas Geográficas : 08° 59.95"
77° 35.96"
Elevación máxima : 5100.00 m.s.n.m.
Mapas (Esc. 1/25000) : 18h-II-SE
Años de observación : 33 Años (1968 – 2001)

III. ACCIONES REALIZADAS:

- ✓ Se efectuó el levantamiento topográfico del perímetro, correspondiente a la zona frontal del glaciar.

IV. ANTECEDENTES:

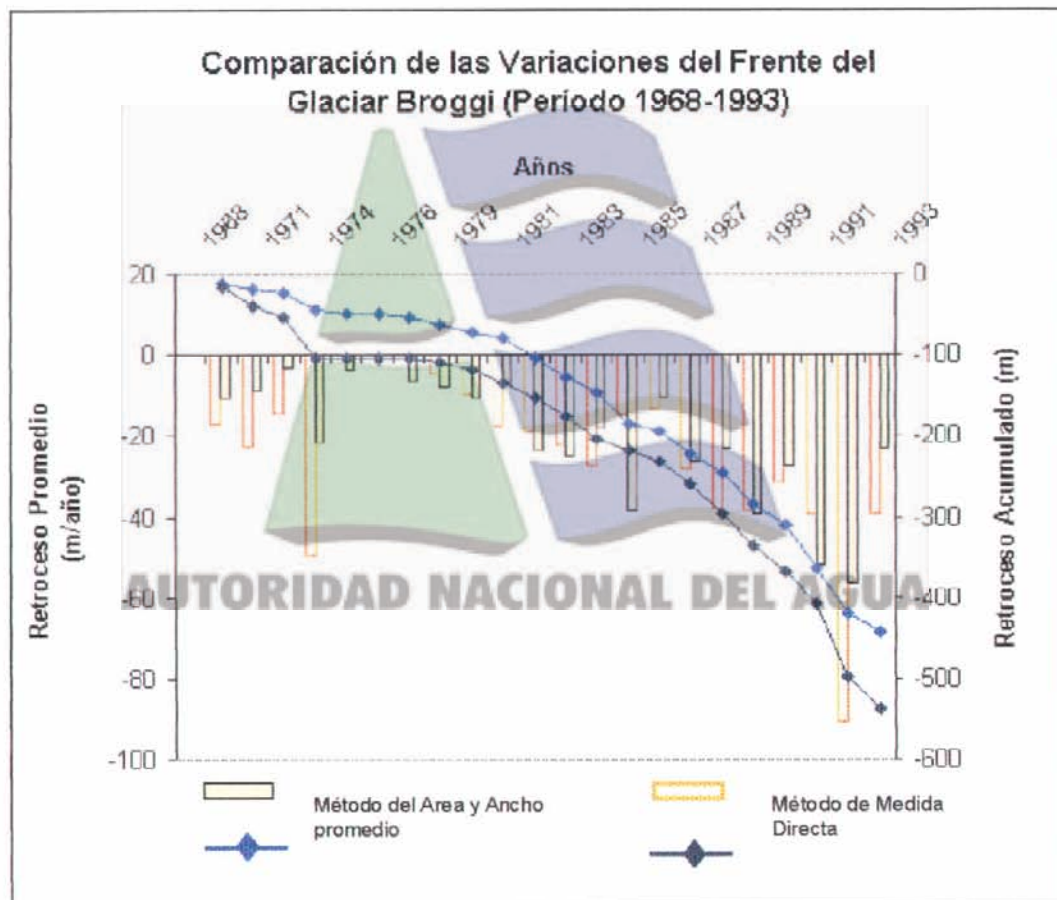
Durante el período de controles del frente realizados en el glaciar Broggi (33 años), se han encontrado diferentes valores de registro, uno de los métodos que fueron utilizados para el cálculo de las variaciones del frente fue el "Método del área entre ancho promedio" que de acuerdo a nuestro criterio pierde precisión para el cálculo de la longitud del frente glaciar entre períodos. Por esta razón en un intento de uniformizar la información para que su uso sea homogéneo y difundido como valores oficiales; en el cuadro mostrado abajo la longitud del frente han sido calculados tomando como base el punto más bajo de la lengua entre períodos tomando la medida directa y en los casos de que las lenguas sean muy irregulares se han tomado el promedio de hasta tres medidas directas a lo largo del frente entre períodos, a esta metodología la llamaremos "Método de medida directa".

V. RESULTADOS

1. Comparación de las variaciones del frente del glaciar Broggi, por los procedimientos que se indican "Método del área y ancho promedio" y "Método de la medida directa":

AÑO	Método del Área entre ancho Promedio		Método de la Medida Directa	
	RETROCESO (m/año)	R. Acumulado (m)	RETROCESO (m/año)	R. Acumulado (m)
1968				
1970	-10.67	-10.67	-16.91	-16.91
1971	-8.84	-19.51	-22.70	-39.61
1972	-3.17	-22.68	-14.19	-53.80
1974	-21.58	-44.26	-49.63	-103.43
1976	-3.72	-47.98		-103.43
1977	0.15	-47.83		-103.43

1978	-6.27	-54.1	0.00	-103.43
1979	-7.92	-62.02	-4.62	-108.05
1980	-10.44	-72.46	-9.45	-117.50
1981	-7.29	-79.75	-17.44	-134.94
1982	-23.47	-103.22	-18.95	-153.89
1983	-24.99	-128.21	-22.02	-175.91
1984	-18.07	-146.28	-27.22	-203.13
1985	-38.59	-184.87	-14.76	-217.89
1986	-10.38	-195.25	-13.22	-231.11
1987	-26.39	-221.64	-28.17	-259.28
1988	-22.97	-244.61	-38.10	-297.38
1989	-39.44	-284.05	-38.45	-335.83
1990	-27.04	-311.09	-31.50	-367.33
1991	-51.73	-362.82	-39.51	-406.84
1992	-56.47	-419.29	-90.91	-497.75
1993	-22.94	-442.23	-39.40	-537.15

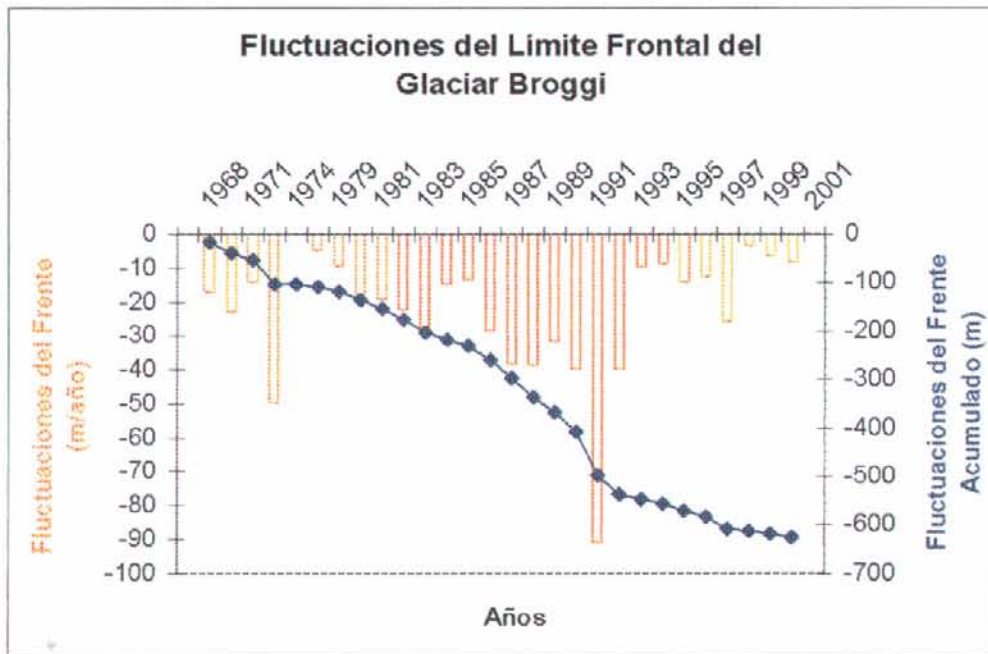


Del gráfico comparativo se desprende que las variaciones del frente por años y acumuladas difieren en magnitud más no en el sentido de la fluctuación; observando que para el caso de el método del área entre ancho promedio son menores los valores a diferencia del que se obtiene por el método de medición directa.

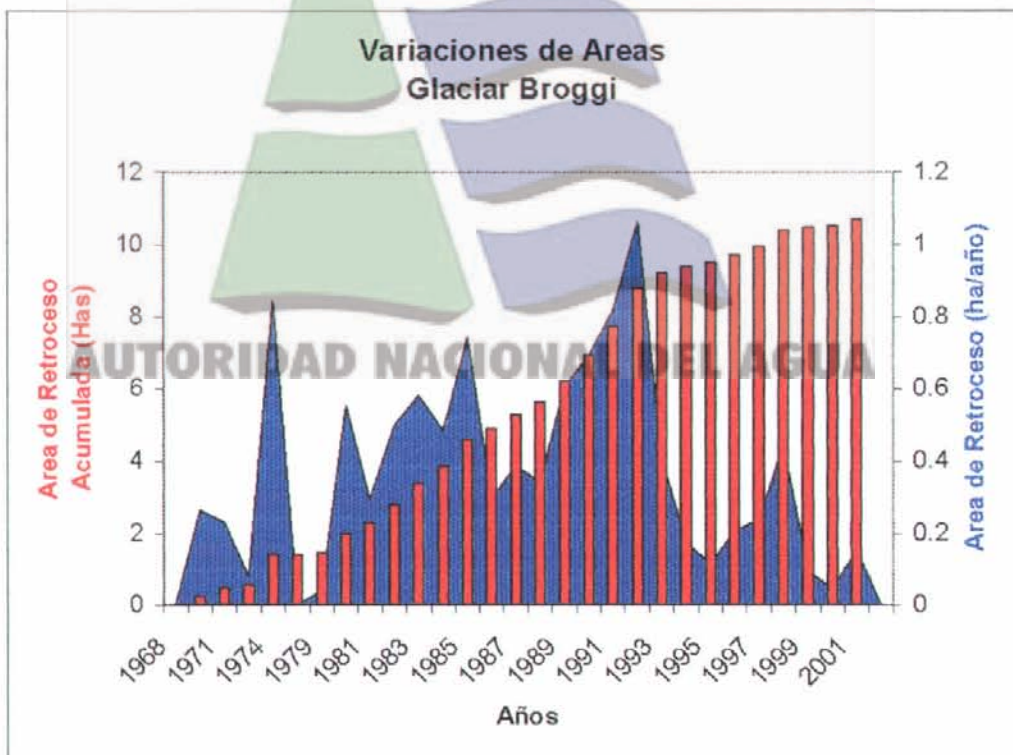
2. Los resultados de las variaciones del límite frontal así como del área del glaciar por año por el método de medida directa, se muestran en el cuadro siguiente:

**VARIACIONES DEL LIMITE FRONTAL Y DE AREAS
GLACIAR BROGGI**

AÑO	RETROCESO (m/año)	R. Acumulado (m)	Area de Retroceso (ha/año)	Area Acumulada de Retroceso (ha)
1968				
1970	16.91	16.91	0.26	0.26
1971	22.70	39.61	0.23	0.49
1972	14.19	53.80	0.08	0.57
1974	49.63	103.43	0.84	1.41
1978	0.00	103.43	0.00	1.41
1979	4.62	108.05	0.04	1.45
1980	9.45	117.50	0.55	2.01
1981	17.44	134.94	0.29	2.30
1982	18.95	153.89	0.50	2.80
1983	22.02	175.91	0.58	3.38
1984	27.22	203.13	0.48	3.87
1985	14.76	217.89	0.74	4.61
1986	13.22	231.11	0.30	4.91
1987	28.17	259.28	0.39	5.29
1988	38.10	297.38	0.34	5.63
1989	38.45	335.83	0.60	6.24
1990	31.50	367.33	0.69	6.93
1991	39.51	406.84	0.82	7.75
1992	90.91	497.75	1.06	8.81
1993	39.40	537.15	0.41	9.22
1994	9.70	546.85	0.17	9.39
1995	8.75	555.60	0.11	9.50
1996	14.07	569.67	0.21	9.71
1997	12.54	582.21	0.24	9.94
1998	25.66	607.87	0.44	10.39
1999	3.17	611.04	0.09	10.48
2000	6.00	617.04	0.05	10.53
2001	8.13	625.17	0.15	10.68
2002				



Longitud de Retroceso promedio (33 años) = 19 m/año
 Longitud total de retroceso, periodo 1968-2001 = 625 m



Área de Retroceso promedio (33 años) = 0.32 ha/año
 Área total de retroceso, periodo 1968-2001 = 10.68 has

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los objetivos de los trabajos de campo se cumplieron satisfactoriamente; habiéndose desarrollado todas las actividades programadas.
2. En efecto tal como se indicara en los antecedentes, para tomar la longitud de retroceso, entre periodos de control, se ha considerado tomar el punto mas bajo del frente donde esta se encuentra bien definida en caso contrario se ha tomado de dos a tres puntos mas bajos del frente glaciar representativo anotando la longitud promedio de retroceso o avance; para el caso de las áreas de retroceso o avance se ha calculado el área correspondientes a dos límites de frente glaciar tomando los extremos mas cortos y cerrando con una línea vertical entre los dos límites.
3. El criterio para tomar la longitud de las fluctuaciones del frente glaciar por año o periodos de control, se ha considerado que los puntos más bajos del frente relevados topográficamente en los controles, son los principales indicadores de la respuesta de un glaciar frente a los cambios del clima.
4. Consideramos que los valores obtenidos por el método del Area entre un ancho promedio se introduce errores en el cálculo, debido a que no todo el frente tiene una respuesta homogénea a las variaciones del clima; queremos decir que a nuestro criterio son los puntos más bajos de la lengua glaciar que muestran una sensibilidad mayor a estos cambios, de allí que hemos adoptado el método de medición directa.
5. En el periodo de los años de 1974 a 1978, se registra un valor de 0 m de retroceso y por consiguiente 0 m² de retroceso de área; en este caso de acuerdo a los cálculos realizados del plano adjunto al presente informe, se podrá observar un equilibrio entre una zona de avance y otra de retroceso, es decir donde no hay avance ni retroceso; la explicación a este particular comportamiento puede deberse a los cambios de pendiente del lecho rocoso o de la orientación del glaciar con respecto al sol aunque este último no sea tan representativo para una longitud media de 165 m.
6. Los valores mostrados de los controles realizados regularmente cada año; nos muestran que este glaciar ha soportado y respondido a condiciones climáticas adversas y cambiantes; lo que ha ocasionado un retroceso promedio por año de 19.00 metros y así también ha significado una pérdida de área promedio de 3,200.00 m² por año.
7. El retroceso acumulado registrado en un periodo de control de 1968 – 2001 arrojan valores de 625.00 metros y 10.68 hectáreas; valores evaluados para 33 años de control.
8. El control anual permitirá tener una mejor visión de la evolución de la cobertura glaciar y la variación de su perímetro; por lo que se recomienda continuar con esta modalidad de control.



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA



VII. FOTOGRAFIAS:

Formación de una cueva en la zona baja de la lengua del glaciar Broggi. Tiende a crecer y esto contribuye al debilitamiento de esta zona y al rompimiento del mismo.

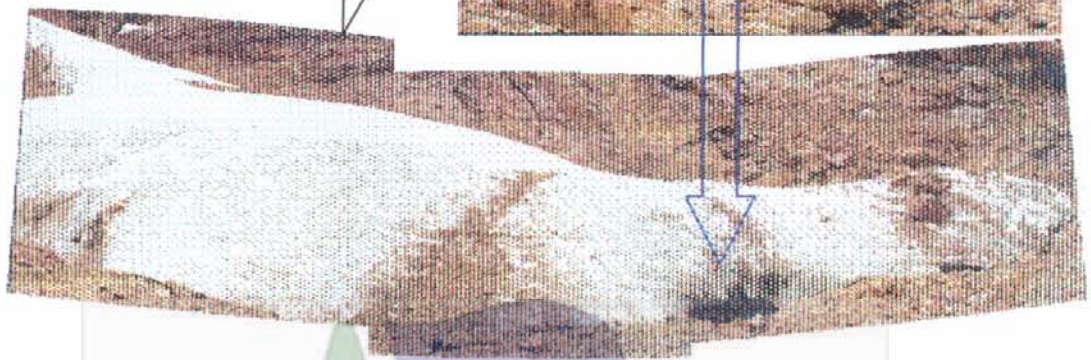


FOTO 1. Lengua del glaciar Broggi, en la margen superior izquierda se puede ver un estrechamiento de esta lengua que próximamente se va a separar del cuerpo principal dejando solo un manto de hielo. (Foto diciembre 2001)



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

FOTO 3. Vista aguas abajo del glaciar Broggi, puede verse la formación de cuatro lagunas de origen glaciar y producto de los retrocesos del mismo. (Foto 2001)

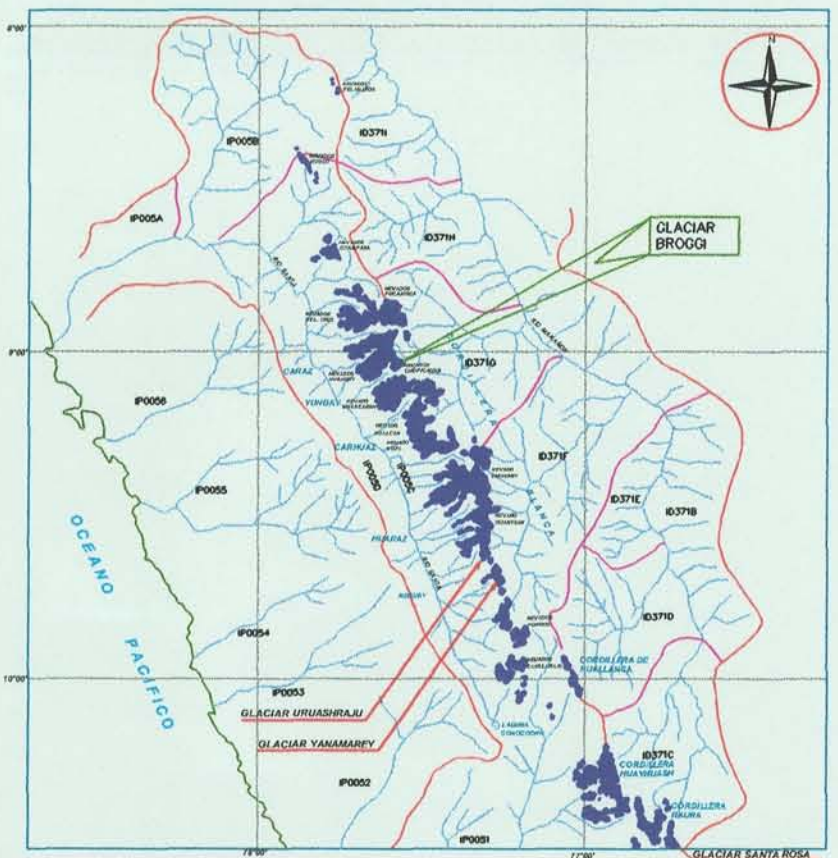


VISTA PANORÁMICA DEL GLACIAR BROGGI - (MAY. 1977) (A. AMES)



VISTA PANORÁMICA DEL GLACIAR BROGGI - (DIC. 2001) (J. GOMEZ)

MAPA DE UBICACION



COORDENADAS U. T. M.

PUNTOS	NORTE	ESTE	COTA
B-N	100,257.494	50,223.106	4,568.60
B-S	100,179.732	50,342.680	4,571.30

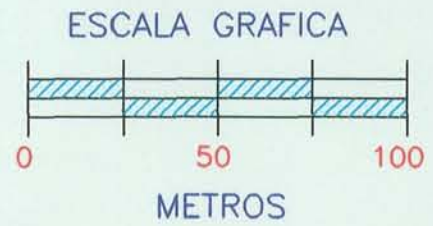
[Firma]

MINISTERIO DE AGRICULTURA
DIRECCION GENERAL DE AGUAS Y SUELOS-DGAS
INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES

UNIDAD DE GLACIOLOGIA Y RECURSOS HIDRICOS
(U.G.R.H.)

GLACIAR BROGGI
VARIACION DE POSICION DEL FRENTE

PROYECTO: ING. JESUS GOMEZ L.	REVISADO: ING. WILLIAM TAMAYO A.	UBICACION ESCALA: 1/2,000 FECHA: DIC.-2,001 DEPART.: ANCASH SECT.: BROGGI	LAMINA V.P.F.-01
PLOTEADO: TOP* HUGO MAGUIRA M.	APROBADO: ING. MARCO ZAPATA L.		



AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA