

BALANCE DE MASA DEL GLACIAR ECHAUREN NORTE TEMPORADAS 1997-98 A 2008-09

1.- INTRODUCCIÓN

El glaciar Echaurren se ubica en la vertiente oriental de la Cordillera de Los Andes, a los 33,58° Latitud Sur y 70,13° Longitud Oeste, y a una elevación media de 3.759 m s.n.m. Queda a aproximadamente 50 km de la ciudad de Santiago. Es uno de los glaciares que aporta sus deshielos a la Laguna Negra, perteneciente a la cuenca del río Maipo, sub-cuenca del río El Yeso. Ambas pertenecientes a la cuenca del río Maipo. Se encuentra dentro de la Zona Glaciológica Centro (DGA, 2009,a). En la Figura 1 se muestra la ubicación del Glaciar.

El área actual del glaciar Echaurren se reduce a 0,226 km² (DGA, 2009,b) y es uno de los 647 glaciares inventariados en la cuenca del Maipo (DGA, 1979); los cuales cubren un área total de 422 km². De ellos, 326 son glaciares de roca con un área de 165 km². El tamaño de los glaciares del Maipo fluctúa entre 0,1 y 10 km², siendo el tamaño medio de 0,65 km².

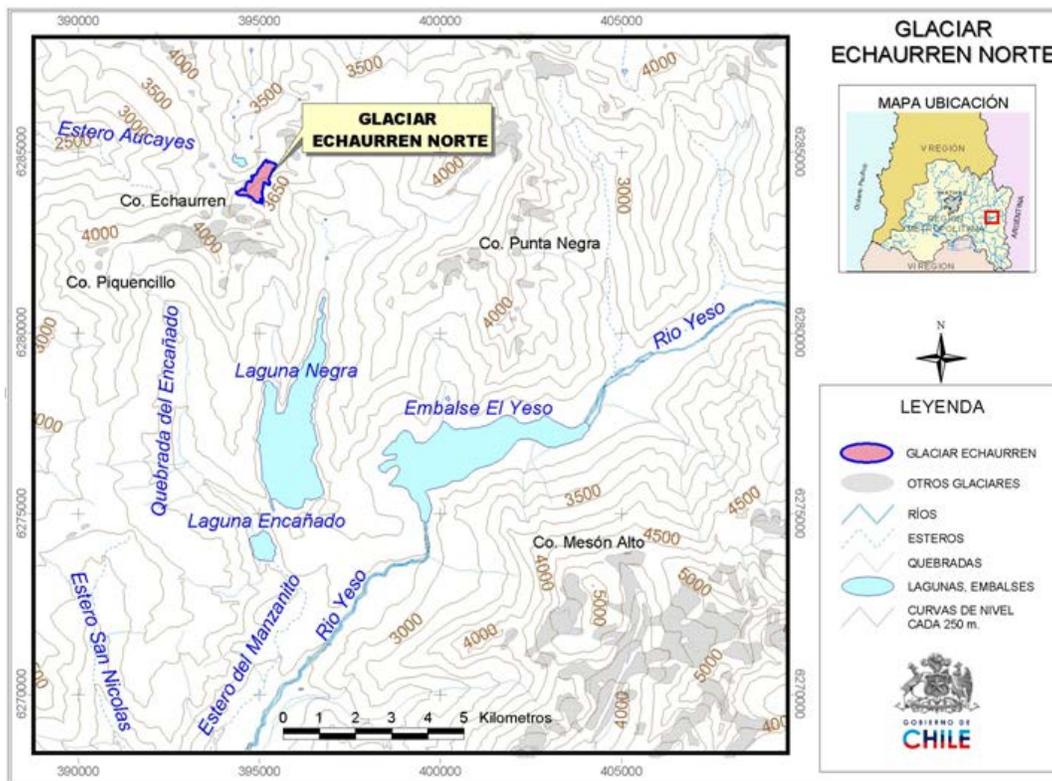


Figura 1. Ubicación del glaciar Echaurren Norte, Laguna Negra y Embalse el Yeso.

El río Maipo es la principal fuente de agua de la ciudad de Santiago, capital de Chile, la que alberga una población de aproximadamente 6 millones de habitantes. Los glaciares cumplen una función reguladora del agua de una cuenca, acumulando agua sólida en años de precipitaciones abundantes y entregando agua a los cauces por efecto de los deshielos durante épocas de sequía. Deshielos que cobran gran importancia en el abastecimiento de agua para la población de Santiago en años de extrema sequía. Sin embargo, aún no se tiene en la cuenca

del Maipo una cuantificación de los aportes que ellos realizan durante la temporada de deshielo.

Considerando lo anterior, la Dirección General de Aguas (DGA) ha estado realizando mediciones y estudios en el glaciar Echaurren Norte, seleccionado como glaciar piloto, que permitan extrapolar información a los otros glaciares que pertenecen a la cuenca del Maipo. En dicho glaciar, se ha mantenido un programa de monitoreo permanente del Balance de Masa desde el año 1975, entre otros estudios. De tal forma que actualmente se cuenta con una estadística ininterrumpida durante 35 años, la más larga del Hemisferio Sur.

En la actualidad, la DGA está incorporando nuevos glaciares piloto para ser monitoreados en diferentes cuencas del país.

El propósito de esta publicación es entregar los datos y los balances de masa de las temporadas comprendidas entre los años hidrológicos 1997-98 y 2008-09. Estos balances se habían calculado todos los años y entregado los resultados, pero no se había presentado el detalle de las mediciones ni los cálculos. Ahora se revisaron los datos recurriendo a la fuente (hojas de terreno) y se recalcularon los balances, aplicándose criterios de cálculo uniformes para todos los años. Algunos de los resultados obtenidos presentan diferencias menores con los entregados con anterioridad. Las diferencias más significativas son en la acumulación de los años 1997-98 y 2001-02 que alcanzan un valor de aproximadamente 10% y en la ablación del año 2007-08 con una diferencia de 15%.

Con esta información, se complementa la estadística presentada en detalle en 3 publicaciones anteriores (Vidal, F. 1985, inédita; Escobar, F. et al, 1995; y, Escobar, F. y C. Garín, 1997), obteniéndose una estadística de 34 años continuos de balances de masa, lo que incluye: balance de invierno (acumulación), de verano (ablación), anual y acumulado desde 1975-76 hasta 2008-09.

2. METODOLOGÍA

Se han usado diferentes metodologías para obtener el balance de masa medio del glaciar. En publicaciones anteriores (Vidal, F. 1985, inédita; Escobar, F. et al, 1995) se explican en detalle las metodologías usadas para los períodos presentados en cada una de ellas.

En este informe se explicará solamente los métodos usados en el cálculo de los balances comprendidos entre los años 1997-98 y 2008-09. Durante estos años se optó por usar una metodología más simple, pero que no presenta mayores desviaciones en los resultados.

Para obtener el balance de masa anual, se estima el balance de invierno, temporada de acumulación; y el balance de verano, temporada de ablación. En la Zona Glaciológica Central, donde se encuentra el glaciar Echaurren Norte, se pueden identificar claramente ambas épocas. La temporada de acumulación normalmente ocurre entre los meses de abril y septiembre; y la de ablación, entre los meses de octubre y marzo.

En los anexos 1 y 2, se presentan los datos detallados de la acumulación y ablación, y los cálculos de los balances de invierno y de verano para los años 1997-98 hasta 2008-2009.

2.1. ACUMULACIÓN

-Mediciones en terreno

La acumulación del glaciar se estima mediante un pozo estratigráfico (ver figura 2) excavado en un lugar cercano a la parte central del glaciar y se realiza todos los años en el mismo sector de acuerdo a la experiencia de los nivomensores. La ubicación se determinó en un lugar representativo de la acumulación media del glaciar.

El pozo se realiza durante la primera campaña de terreno de la temporada, generalmente en la primera quincena de octubre (final de la época de invierno y principios de la temporada de ablación).

La excavación del pozo se hace desde la superficie actual de la nieve, hasta alcanzar la superficie del hielo o el firn (neviza) del año anterior. A medida que se va profundizando el pozo se va midiendo la densidad cada 20 cm. Además, se van haciendo mediciones de la temperatura de la nieve, anotando y dimensionando lentes de hielo, y caracterizando el tipo de granos de la nieve.

En algunos años no se alcanzó a realizar el pozo completo, ni a medir la densidad hasta el fondo, pero con un sondeador se alcanzó a medir la profundidad total del manto. A partir de ello y con una densidad estimada de acuerdo a la experiencia, se determinó la acumulación total.



Figura 2. Pozo Estratigráfico. Foto izquierda: en glaciar Echaurren Norte. Foto derecha: en glaciar Juncal.

-Cálculo del balance de invierno o acumulación media del glaciar

El equivalente en agua de la acumulación del pozo es igual a su profundidad total multiplicado por la densidad promedio de la nieve. Como el pozo estratigráfico se excava en un lugar representativo de la acumulación media del glaciar, el balance de invierno medio del glaciar se estimó como el equivalente en agua medido en el pozo, más la ablación estimada del período transcurrido entre el 1º de octubre y la fecha en que se empezó a realizar su excavación. A esta

estimación le llamamos extrapolación, la que se calcula de acuerdo a lo explicado en el punto 2.3.

Cabe destacar que durante los primeros siete años, inmediatamente después de que se cambió de metodología, lo que corresponde al período entre 1997-98 y 2003-04, la acumulación se aumentó en un 10 % con respecto a lo explicado anteriormente. Éste valor se obtuvo mediante una comparación con los resultados obtenidos con el método de cálculo usado en los años anteriores. Posteriormente, a partir de la temporada 2004-05, se dejó de aumentar este porcentaje debido a los cambios experimentados en el glaciar, y a que se empezó a instalar un número menor de balizas y/o a cambios en la posición de las mismas.

2.2. ABLACIÓN

-Mediciones en terreno

La ablación del glaciar, se obtiene a partir de una red de balizas que se insertan en el manto de nieve que cubre el glaciar. Las balizas se instalan a principios de la temporada primavera verano, midiendo la emergencia de ellas sobre el manto y profundizándolas aproximadamente cada 40 días (ver figura 4). Desde que se comenzó con el monitoreo del balance de masa en el glaciar Echaurren Norte, en la temporada 1975-76, hasta la temporada 2005-06, se han instalado 48 balizas (a excepción de la temporada 2002-03, ocasión que se instalaron solamente 19 balizas, por problemas operativos). Para conformar una red que represente la ablación media del glaciar, las balizas se instalan en forma distribuida a través de toda la superficie del glaciar, en el mismo lugar todos años, trazando un perfil longitudinal y varios transversales en lugares predeterminados (ver figura 3). La experiencia de los técnicos nivomensores ha permitido conservar, dentro de ciertos rangos, la misma ubicación de cada una de las balizas. A partir de la temporada 2006-07, se redujo el número de balizas a 28, debido a los cambios que ha estado experimentando el glaciar, principalmente en la reducción de su superficie y de su forma.

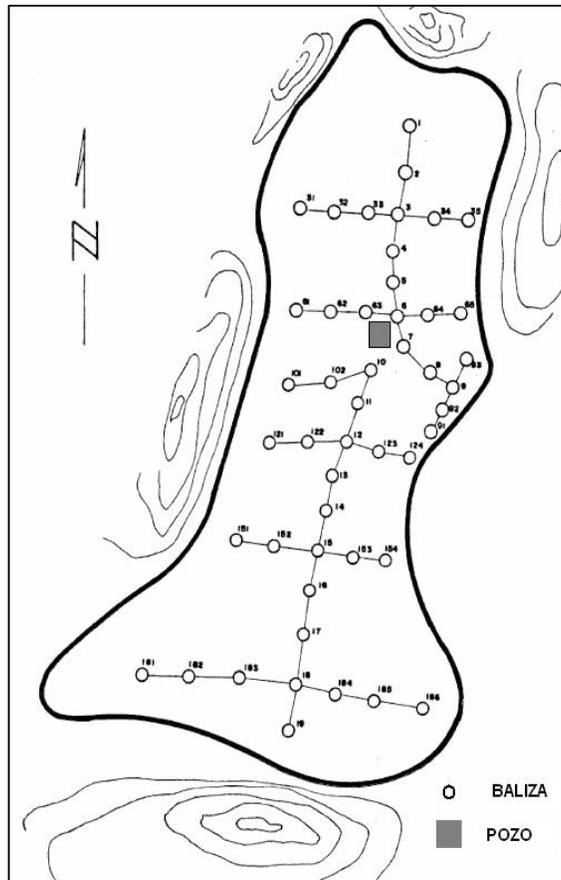


Figura 3. Croquis de la ubicación del Pozo Estratigráfico y de la Red de Balizas en glaciar Echaurren Norte.

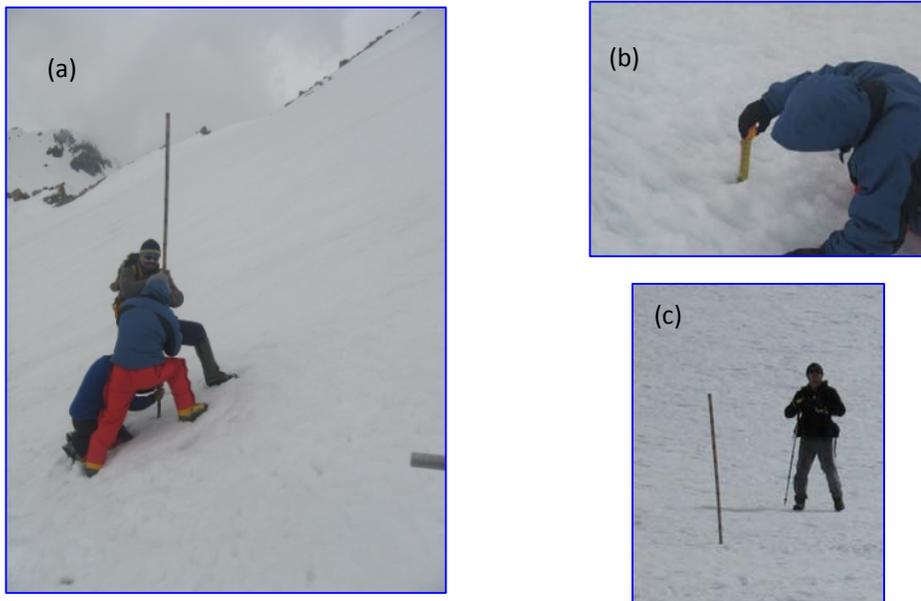


Figura 4. Instalación y medición de balizas en glaciar Echaurren Norte: (a) instalando o profundizando baliza; (b) midiendo baliza instalada o profundizada; (c) control de baliza para luego profundizarla.

-Cálculo del balance de verano o ablación media del glaciar

Para obtener la ablación media del glaciar, primero se calcula la ablación en altura de nieve ocurrida en cada baliza durante el período transcurrido entre las campañas de terreno consecutivas realizadas durante la temporada de deshielo (generalmente 4 campañas). Esta ablación se obtiene sacando la diferencia de la altura de la baliza medida entre cada campaña, entendiendo como altura de la baliza a la emergencia de ésta sobre la superficie de la nieve (altura de la parte de la baliza que sobresale del manto de nieve). Luego, se suman para cada baliza la ablación ocurrida durante todos los períodos mencionados, descartando las balizas que tuvieran dos o más períodos sin datos, lo que ocurre generalmente cuando éstas se caen, ya sea porque se ha producido mucha ablación o han sido arrastradas por avalanchas. Cuando faltaba solamente un período sin información, el valor de la ablación durante ese período se rellenó con el promedio de la ablación medida en el resto de las balizas.

La ablación media del glaciar, se calculó sacando el promedio simple de los valores obtenidos para cada baliza y el equivalente en agua se estimó con una densidad media de la nieve igual a 45 % (450 kg/m^3). Ese valor de la densidad se eligió sobre la base de la experiencia conseguida durante todos los años anteriores, ya que antiguamente cada vez que se profundizaban las balizas se medía la densidad de la nieve alrededor de cada una de ellas.

Sin embargo, como la primera campaña no se puede realizar exactamente el 1º de octubre, ni la última campaña el 31 de marzo, se hace necesario hacer una extrapolación para considerar la ablación ocurrida durante los días no medidos, la que se calcula de acuerdo a lo explicado en el punto 2.3.

2.3.-Métodos de extrapolación

Para estimar la ablación durante los días no medidos, se ocuparon los valores de ablación diaria presentados en la Figura 5. Dichos valores fueron obtenidos por Vidal, F., 1984 a partir de mediciones de ablación diaria realizadas en campañas al glaciar Echaurren Norte durante los años 1975-76 a 1983-4. La ablación estimada de los días no medidos a principios de la temporada de verano, además de sumarse a la ablación total medida en las campañas, se debe sumar a la acumulación del pozo.

En este informe, para estimar los días no medidos de los años 1997-98 a 2003-04, se usaron los valores de ablación diaria determinados por Vidal, F., 1984. En cambio, para los años 2004-05 a 2008-09, se usaron los valores anteriores modificados de acuerdo a la proporción entre los promedios de la ablación de los balances de verano de 1975-76 hasta 1983-84 y de 1975-76 hasta 2003-04.

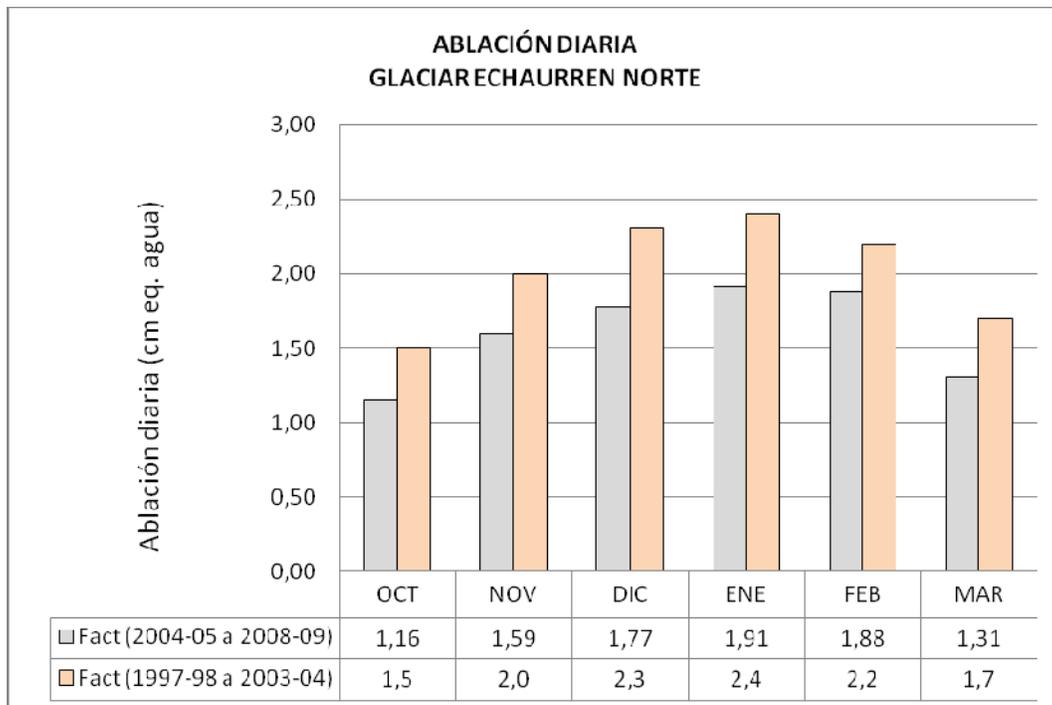


Figura 5. Valores de ablación diaria usados para las extrapolaciones.

En la Tabla 1, se presenta un resumen de los días que tuvieron que ser extrapolados para que los datos fueran representativos del período completo de acumulación (1º de abril hasta el 30 de septiembre) y del período completo de ablación (1º de octubre hasta el 31 de marzo).

AÑO	OCT	NOV		MAR	TOTAL
1997-98	31	25		4	60
1998-99	s/i	s/i		s/i	s/i
1999-00	s/i	s/i		s/i	s/i
2000-01	18	0		0	18
2001-02	31	7		15	53
2002-03	31	25		0	56
2003-04	s/i	s/i		s/i	s/i
2004-05	31	6		13	50
2005-06	24	0		29	53
2006-07	24	0		0	24
2007-08	31	9		15	55
2008-09	19	0		0	19

Tabla 1. Número de días extrapolados por temporada, de un total de 182 días (OCT a MAR)

3.- RESULTADOS

En los Anexos 1 y 2, se entregan los datos medidos en terreno de los pozos estratigráficos realizados para calcular la acumulación del glaciar, y de las mediciones realizadas en cada una de las balizas para obtener su ablación. Estos datos corresponden a las temporadas comprendidas entre 1997-98 y 2008-09. También se incluye las extrapolaciones realizadas para que las mediciones fueran representativas de los periodos completos de acumulación y ablación, lo que equivale a los balances de invierno y de verano.

En la Tabla 2, se entrega la estadística del balance de masa anual del glaciar Echaurren Norte, la acumulación durante el período de invierno (entre el 1º de abril y el 30 de septiembre) y la ablación durante el período de verano (entre el 1º de octubre y el 31 de marzo) y el balance de masa acumulado. En ella se incluyen los balances entregados en publicaciones anteriores completando así, una estadística de 34 años consecutivos correspondiente al período comprendido entre 1975-76 y 2008-09. Esta estadística también se entrega en forma gráfica en las Figuras 6, 7 y 8.

En la Figura 6, se puede observar que el Glaciar Echaurren Norte se mantuvo relativamente estable, en cuanto a su masa, desde el año 1975 hasta el año 1991; desde el año 1992 la masa del glaciar disminuyó bruscamente hasta alcanzar un mínimo el año 1999. Posteriormente, el glaciar presentó una leve recuperación y después se ha mantenido relativamente estable.

RESULTADO DEL BALANCE DE MASA "GLACIAR ECHAURREN NORTE"

AÑO HIDROLOGICO: (1/ de Abril al 31 de Marzo)

TEMPORADA	ACUMULACION	ABLACION	BALANCE	BALANCE
	1/Abr.-30/Sep.	1/Oct.-31/Mar.		ACUMULADO
	(Cm Eq. Agua)	(Cm Eq. Agua)	(Cm Eq. Agua)	(Cm Eq. Agua)
1975-76	139	231	-92	-92
1976-77	189	319	-130	-222
1977-78	323	305	18	-204
1978-79	237	170	67	-137
1979-80	290	260	30	-107
1980-81	311	275	36	-71
1981-82	156	398	-242	-313
1982-83	581	211	370	57
1983-84	189	313	-124	-67
1984-85	224	190	34	-33
1985-86	187	357	-170	-203
1986-87	303	208	95	-108
1987-88	491	261	230	122
1988-89	183	309	-126	-4
1989-90	161	291	-130	-134
1990-91	201	287	-86	-220
1991-92	345	171	174	-46
1992-93	205	234	-29	-75
1993-94	257	443	-186	-261
1994-95	264	359	-95	-356
1995-96	176	294	-118	-474
1996-97	48	301	-253	-727
1997-98	503	263	240	-487
1998-99	72	500	-428	-915
1999-00	210	285	-75	-990
2000-01	466	287	179	-811
2001-02	307	329	-22	-833
2002-03	465	275	190	-643
2003-04	202	257	-55	-698
2004-05	332	410	-78	-776
2005-06	359	311	48	-728
2006-07	259	272	-13	-741
2007-08	197	251	-54	-795
2008-09	320	312	8	-787
n	34	34	34	34
Promedio	269	293	-24	-379
Desviación	123	73	160	334
Máximo	581	500	370	122
Mínimo	48	170	-428	-990

Tabla 2. Acumulación, ablación y balance de masa del glaciar Echaurren Norte.

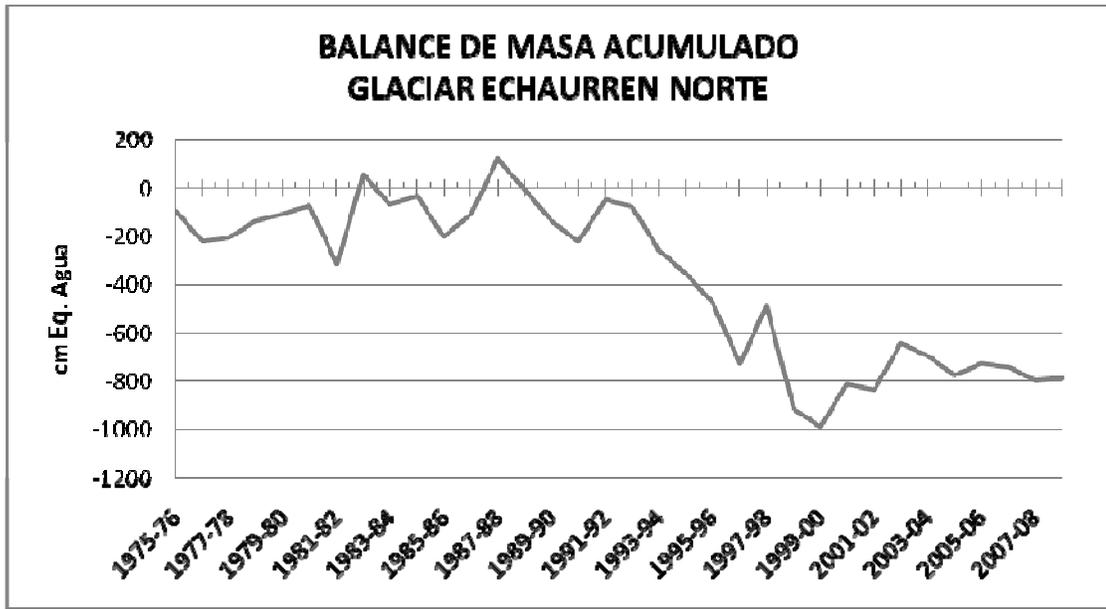


Figura 6. Balance de masa acumulado del glaciar Echaurren Norte.

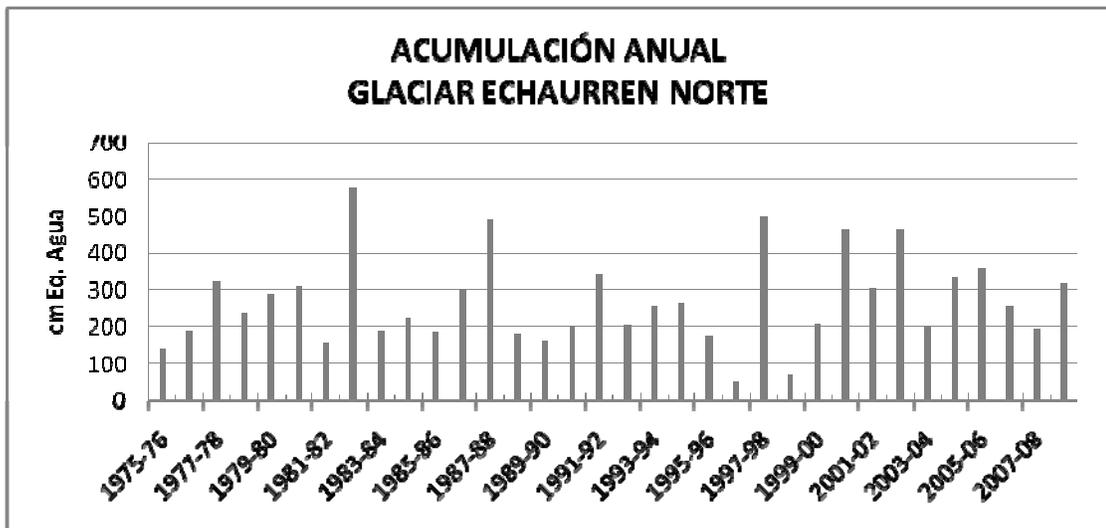


Figura 7. Acumulación anual del glaciar Echaurren Norte obtenido a partir de un pozo estartigráfico.

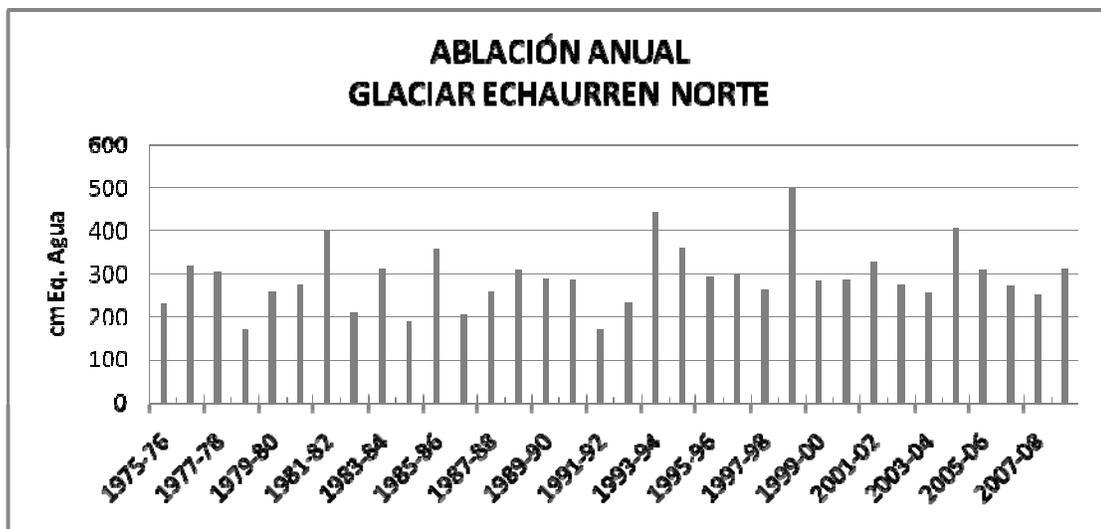


Figura 8. Ablación anual del glaciar Echaurren Norte obtenido a partir de red de balizas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DGA, 2009 (a). Estrategia Nacional de Glaciares. Centro de Estudios Científicos – CECS. (Publicación DGA, S.I.T. N° 205, Diciembre)

DGA, 2009 (b). Levantamiento topográfico Láser aerotransportado para los glaciares Echaurren Norte y San Francisco. Terra Remote Sensing Ltda. (Publicación DGA, S.I.T. N° 184, Mayo, 22 p.)

Escobar, F., Pozo, V., Salazar, A., y Oyarzo, M., 1995a. Balance de masa en el glaciar Echaurren Norte, 1975 a 1992. Resultados preliminares. Dirección General de Aguas. (Publicación DGA, H.A. y G. 95/1), 106 p.

Escobar, F. y C. Garín, 1997. Complemento N° 1, años 1993-1996, al “Balance de masa en el glaciar Echaurren Norte, 1975 a 1992. Resultados preliminares”. Dirección General de Aguas. (Publicación DGA, H.A. y G. 97/1), 18 p.

Marangunic, C., 1979. Inventario de glaciares hoya del río Maipo. Dirección General de Aguas, Ministerio de Obras Públicas.

Vidal, F., 1984. Balance de masa en el Glaciar Echaurren Norte entre 1975 y 1981, 56p., Dirección General de Aguas.

ANEXO 1. ACUMULACIÓN

AÑOS HIDROLÓGICOS: 1997-98 HASTA 2008-09

Pozo Estratigráfico	
Temporada 1997-98	
Fecha: 29-nov-1997	

N°	Profundidad	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O	Densidad
	cm	g	%
1	0	213	42,6
2	20	236	47,2
3	40	228	45,6
4	60	214	42,8
5	80	201	40,2
6	100	204	40,8
7	120	213	42,6
8	140	271	54,2
9	160	226	45,2
10	180	254	50,8
11	200	280	56,0
12	220	232	46,4
13	240	226	45,2
14	260	226	45,2
15	280	225	45,0
16	300	242	48,4
17	320	238	47,6
18	340	258	51,6
19	360	226	45,2
20	380	234	46,8
21	400	248	49,6
22	420	247	49,4
23	440	239	47,8
24	460	243	48,6
25	480	242	48,4
26	500	258	51,6
27	520	256	51,2
28	540	248	49,6
29	560	245	49,0
30	580	254	50,8
31	600	251	50,2
32	620	270	54,0
33	640	264	52,8
34	660	270	54,0
35	680	270	54,0
36	700	265	53,0
37	720	x	53,0
	730	Contacto	

Profundidad Total	730	cm
Densidad Promedio	48,6	%
Acumulación Pozo al 29/Nov	354	cm Eq. Agua

Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	503	cm Eq. Agua
--	------------	-------------

Pozo Estratigráfico	
Temporada 1998-99	
Fecha: 08-oct-1998	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	128	25,6
2	20	144	28,8
3	40	152	30,4
4	60	180	36,0
5	80	156	31,2
6	100	174	34,8
7	120	194	38,8
8	140	226	45,2
	160	Contacto	

Profundidad Total	160	Cm
Densidad Promedio	33,9	%
Acumulación Pozo al 08/oct	54	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	72	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico	
Temporada 1999-00	
Fecha: 08-nov-1999	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	154	30,8
2	20	204	40,8
3	40	190	38,0
4	60	240	48,0
5	80	248	49,6
6	100	236	47,2
7	120	221	44,2
8	140	238	47,6
9	160	222	44,4
10	180	217	43,4
11	200	208	41,6
12	220	222	44,4
13	240	238	47,6
14	260	221	44,2
15	280	181	45,0
	298	Contacto	

Profundidad Total	298	cm
Densidad promedio	43,8	%
Acumulación Pozo al 8/Nov	354	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	210	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico
Temporada 2000-01
Fecha: 01-dic-2000

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	176	35,2
2	20	220	44,0
3	40	274	54,8
4	60	260	52,0
5	80	260	52,0
6	100	240	48,0
7	120	260	52,0
8	140	250	50,0
9	160	270	54,0
10	180	264	52,8
11	200	278	55,6
12	220	256	51,2
13	240	260	52,0
14	260	264	52,8
15	280	276	55,2
16	300	274	54,8
17	320	272	54,4
18	340	254	50,8
19	360	264	52,8
20	380	258	51,6
21	400	258	51,6
22	420	274	54,8
23	440	264	52,8
24	460	258	51,6
25	480	260	52,0
26	500	256	51,2
27	520	264	52,8
28	540	264	52,8
29	560	276	55,2
30	580	274	54,8
31	600	252	50,4
	612	Contacto	

Profundidad Total	612	cm
Densidad Promedio	51,8	%
Acumulación Pozo al 1º/Dic	317	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	466	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico
Temporada 2001-02
Fecha: 11-nov-2001

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0,5	200	40,0
2	20	179	35,8
3	40	220	44,0
4	60	199	39,8
5	80	195	39,0
6	100	204	40,8
7	120	206	41,2
8	140	214	42,8
9	160	208	41,6
10	180	214	42,8
11	200	194	38,8
12	220	229	45,8
13	240	226	45,2
14	260	232	46,4
15	280	232	46,4
16	300	234	46,8
17	320	248	49,6
18	340	248	49,6
19	360	228	45,6
20	380	238	47,6
21	400	232	46,4
22	420	228	45,6
23	440	218	43,6
24	460	184	36,8
25	480	x	43,4
	490	Contacto	

Se uso densidad promedio

Profundidad Total	490	cm
Densidad Promedio	43,4	%
Acumulación Pozo al 11/Nov	213	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	307	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico	
Temporada 2002-03	
Fecha: 23-nov-2002	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	228,0	45,6
2	20	236,0	47,2
3	40	244,0	48,8
4	60	222,0	44,4
5	80	238,0	47,6
6	100	228,0	45,6
7	120	238,0	47,6
8	140	234,0	46,8
9	160	236,0	47,2
10	180	x	60,0
11	200	230,0	46,0
12	220	222,0	44,4
13	240	246,0	49,2
14	260	230,0	46,0
15	280	242,0	48,4
16	300	240,0	48,0
17	320	242,0	48,4
18	340	240,0	48,0
19	360	242,0	48,4
20	380	248,0	49,6
21	400	262,0	52,4
22	420	260,0	52,0
23	440	262,0	52,4
24	460	268,0	53,6
25	480	268,0	53,6
26	500	266,0	53,2
27	520	256,0	51,2
28	540	258,0	51,6
29	560	260,0	52,0
30	580	256,0	51,2
31	600	260,0	52,0
32	620	266,0	53,2
33	640	256,0	51,2
34	660	x	53,0
	670	Contacto	

Lentes de hielo

Densidad estimada

Profundidad Total	670	cm
Densidad Promedio	49,7	%
Acumulación Pozo al 23/Nov	333	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	465	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico	
Temporada 2003-04	
Fecha: 09-nov-2003	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	1,0	208	41,6
2	20	206	41,2
3	40	216	43,2
4	60	232	46,4
5	80	252	50,4
6	100	234	46,8
7	120	252	50,4
8	140	230	46,0
9	160	236	47,2
10	180	234	46,8
11	200	238	47,6
12	220	242	48,4
13	240	248	49,6
	260	Contacto	

Profundidad Total	260	cm
Densidad Promedio	46,6	%
Acumulación Pozo al 9/Nov	121	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Vidal, F., 1984) +10 %	202	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico	
Temporada 2004-05	
Fecha: 08-nov-2004	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	1,5	142	28,4
2	20	158	31,6
3	40	184	36,8
4	60	190	38,0
5	80	202	40,4
6	100	202	40,4
7	120	222	44,4
8	140	230	46,0
9	160	222	44,4
10	180	218	43,6
11	200	234	46,8
12	220	184	36,8
13	240	184	36,8
	260	Contacto	

Profundidad Total	260	cm
Densidad Promedio	39,6	%
Acumulación Pozo al 8/Nov	103	cm Eq. Agua
Acumulación TOTAL Extrapolada	150	cm Eq. Agua
Se le agregó temporal del 13/nov/2004	182	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Escobar, F., 1995)	332	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico	
Temporada 2005-06	
Fecha: 30-oct-2005	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	132	26,4
2	20	169	33,8
3	40	179	35,8
4	60	189	37,8
5	80	180	36,0
6	100	192	38,4
7	120	200	40,0
8	140	199	39,8
9	160	201	40,2
10	180	205	41,0
11	200	220	44,0
12	220	221	44,2
13	240	218	43,6
14	260	222	44,4
15	280	223	44,6
	300		
(*)	715	Contacto	50,0

Profundidad Total	715	cm
Densidad Promedio Ponderada	45,5	%
Acumulación Pozo al 30/Oct	326	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Escobar, F., 1995)	359	cm Eq. Agua

(*) Sólo se alcanzo a hacer parte del Pozo.

Con el sondeador se llegó hasta la superficie del hielo

Pozo Estratigráfico	
Temporada 2006-07	
Fecha: 17-oct-2006	

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0	94	18,8
2	20	129	25,8
3	40	133	26,6
4	60	138	27,6
5	80	164	32,8
6	100	169	33,8
7	120	177	35,4
8	140	178	35,6
9	160	189	37,8
10	180	211	42,2
11	200	203	40,6
12	220	207	41,4
13	240	206	41,2
(*)	600	Contacto	45,0

Profundidad Total	600	cm
Densidad Promedio	40,1	%
Acumulación Pozo al 17/Oct	241	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Escobar, F., 1995)	259	cm Eq. Agua

(*) Sólo se alcanzo a hacer parte del Pozo.

Con el sondeador se llegó hasta la superficie del hielo

Pozo Estratigráfico
Temporada 2007-08
Fecha: 13-nov-2007

N°	Prof cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Dens %
1	0	190	38,0
2	20	200	40,0
3	40	200	40,0
4	60	200	40,0
5	80	200	40,0
6	100	200	40,0
7	120	220	44,0
8	140	220	44,0
9	160	230	46,0
10	180	230	46,0
11	200	230	46,0
12	220	240	48,0
13	240	240	48,0
14	260	250	50,0
15	280	260	52,0
16	300	250	50,0
	320	Contacto	

Profundidad Total	320	cm
Densidad Promedio	44,5	%
Acumulación Pozo al 13/Nov	142	cm Eq. Agua
Acumulación TOTAL Extrapolada Invierno 2007 (Factor Escobar, F., 1995)	197	cm Eq. Agua

Pozo Estratigráfico
Temporada 2008-09
Fecha: 18-oct-2007

N°	Profundidad cm	Cilindro 500 c.c.	
		Contenido H2O g	Densidad %
1	0		
2	20	160	32,0
3	40	171	34,2
4	60	172	34,4
5	80	188	37,6
6	100	196	39,2
7	120	208	41,6
8	140	215	43,0
9	160	216	43,2
10	180	215	43,0
11	200	207	41,4
12	220	214	42,8
13	240	210	42,0
14	260	219	43,8
15	280	224	44,8
16	300	229	45,8
17	320	230	46,0
18	340	229	45,8
19	360	235	47,0
20	380	240	48,0
21	400	256	51,2
22	420	244	48,8
23	440	246	49,2
24	460	250	50,0
25	480	256	51,2
26	500	250	50,0
27	520	266	53,2
28	540	262	52,4
29	560	255	51,0
30	580	257	51,4
31	600	255	51,0
32	620	261	52,2
33	640	255	51,0
	660	Contacto	

Profundidad Total	660	cm
Densidad Promedio	45,6	%
Acumulación Pozo al 18/Oct	301	cm Eq. Agua
Acumulación MEDIA= Acumulación Pozo Extrapolada (Factor Escobar, F., 1995)	320	cm Eq. Agua

ANEXO 1. ABLACIÓN

AÑOS HIDROLÓGICOS: 2000-01 HASTA 2008-09

ABLACIÓN RED DE BALIZAS TEMPORADA 2000 - 2001				
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
	cm	cm	cm	cm
1	24	287	233	544
2	33	260	233	526
3	47	228	233	508
31	45	x	x	x
32	43	x	x	x
33	55	253	233	541
34	48	262	233	543
35	58	249	208	515
4	45	274	207	526
5	46	267	239	552
6	51	281	217	549
61	62	260	203	525
62	52	287	227	566
63	58	250	193	501
64	57	253	192	502
65	45	275	244	564
7	38	300	210	548
8	53	265	233	551
9	65	285	202	552
91	51	272	208	531
92	67	291	232	590
93	51	285	183	519
10	75	283	212	570
101	86	306	233	625
102	81	350	223	654
11	74	304	248	626
12	78	289	253	620
121	107	345	297	749
122	117	317	276	710
123	42	259	199	500
124	58	265	251	574
13	80	291	201	572
14	91	320	218	629
15	x	x	244	x
151	81	349	249	679
152	x	x	198	x
153	56	267	254	577
154	26	331	251	608
16	77	286	189	552
17	19	286	218	523
18	54	373	267	694
181	72	392	353	817
182	92	233	277	602
183	68	316	262	646
184	x	x	276	x
185	32	194	179	405
186	10	286	258	554
19	63	284	288	635
PROMEDIO	59	286	233	579
Ablación: 19/10/2000 a 12/04/2001				579 cm
Densidad				45 %
Ablación: 19/10/2000 a 12/04/2001				260 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2000-2001 (Factor Escobar, F., 2004)				287 cm Eq agua

4 Campañas a terreno

Período 1
19/10/2000 al 29/11/2000

Período 2
29/11/2000 al 25/01/2001

Período 3
25/01/2001 al 12/04/2001

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.
x: sin datos
Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

ABLACIÓN RED DE BALIZAS				
TEMPORADA 2001 - 2002				
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
	cm	cm	cm	cm
1	97	242	104	443
2	80	239	160	479
3	85	229	140	454
31	114	259	137	510
32	92	x	x	x
33	113	244	167	524
34	102	267	157	526
35	98	226	157	481
4	91	252	166	509
5	88	268	160	516
6	73	260	190	523
61	113	289	172	574
62	78	233	160	471
63	77	222	140	439
64	66	250	155	471
65	65	228	132	425
7	90	253	163	506
8	96	255	150	501
9	99	260	138	497
91	85	274	181	540
92	101	270	155	526
93	77	270	160	507
10	84	263	131	478
101	128	286	161	575
102	94	268	155	517
11	105	274	214	593
12	141	348	155	644
121	75	x	x	x
122	143	290	155	588
123	132	290	129	551
124	136	265	116	517
13	140	290	175	605
14	113	285	162	560
15	122	281	129	532
151	133	278	155	566
152	138	287	157	582
153	124	289	167	580
154	128	313	191	632
16	141	293	141	575
17	129	x	x	x
18	129	350	155	634
181	126	345	155	626
182	136	x	x	x
183	125	332	155	612
184	133	321	155	609
185	120	329	155	604
186	110	317	155	582
19	130	x	x	x
PROMEDIO	108	276	155	539
Ablación: 08/11/2001 a 16/03/2002				539 cm
Densidad				45 %
Ablación: 08/11/2001 a 16/03/2002				271 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2001-2002 (Factor Escobar, F., 2004)				329 cm Eq agua

4 Campañas a terreno

Período 1
08/11/2001 al 07/12/2001

Período 2
07/12/2001 al 31/01/2002

Período 3
31/01/2002 al 16/03/2002

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.

x: sin datos

Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

ABLACIÓN RED DE BALIZAS			
TEMPORADA 2002 - 2003			
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	TOTAL
	cm	cm	cm
1	160	97	257
3	129	119	248
31	232	129	361
35	196	209	405
6	115	149	264
61	175	152	327
65	183	180	363
8	174	182	356
9	104	154	258
10	142	179	321
12	215	182	397
122	244	180	424
124	251	180	431
15	248	211	459
152	246	252	498
153	249	226	475
18	259	180	439
183	282	180	462
185	200	275	475
PROMEDIO	195	169	380
Ablación: 30/11/2002 a 04/04/2003			380 cm
Densidad			45 %
Ablación: 30/11/2002 a 04/04/2003			171 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2002-2003 (Factor Escobar, F., 2004)		275	cm Eq agua

3 Campañas a terreno

Período 1
30/11/2002 al 01/02/2003

Período 2
01/02/2003 al 04/04/2003

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.

x: sin datos

Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

AÑO 2003-04: NO SE INCLUYE PORQUE AL REALIZAR ESTE INFORME NO SE DISPONÍA DE LOS DATOS ORIGINALES

Nº BALIZA	ABLACIÓN RED DE BALIZAS		
	TEMPORADA 2004 - 2005		
	ABLACIÓN Período 1 cm	ABLACIÓN Período 2 cm	ABLACIÓN TOTAL cm
1	262	79	341
2	232	88	320
3	x	x	x
31	289	106	395
32	x	x	x
33	309	106	415
34	238	106	344
35	227	106	333
4	215	106	321
5	x	x	x
6	204	120	324
61	317	112	429
62	267	125	392
63	207	106	313
64	x	x	x
65	238	106	344
7	278	89	367
8	287	98	385
9	269	106	375
91	x	x	x
92	x	x	x
93	x	x	x
10	282	89	371
101	x	x	x
102	x	x	x
11	301	106	407
12	289	93	382
121	283	111	394
122	324	12	336
123	243	165	408
124	x	x	x
13	308	83	391
14	268	140	408
15	x	x	x
151	185	148	333
152	269	106	375
153	x	x	x
154	x	x	x
16	315	144	459
17	334	106	440
18	x	x	x
181	x	x	x
182	309	106	415
183	x	x	x
184	145	106	251
185	157	106	263
186	x	x	x
19	x	x	x
PROMEDIO	262	106	368
Ablación: 07/11/2004 a 18/03/2005			368 cm
Densidad			45 %
Ablación: 07/11/2004 a 18/03/2005			165 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2004-2005 (Factor Escobar, F., 2004)			410 cm Eq agua

3 Campañas a terreno

Período 1
07/11/2004 al 28/01/2005

Período 2
28/01/2005 al 18/03/2005

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.

x: sin datos

Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

a la Ablación total se sumo temporal de 18/11/2004 = 182 mm

ABLACIÓN RED DE BALIZAS				
TEMPORADA 2005 - 2006				
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
	cm	cm	cm	cm
1	118	183	102	403
2	101	193	130	424
3	122	203	165	490
31	124	237	139	500
32	106	234	198	538
33	116	193	142	451
34	110	197	189	496
35	100	x	x	x
4	119	194	141	454
5	116	219	136	471
6	101	308	164	573
61	113	211	173	497
62	116	208	159	483
63	96	236	155	487
64	103	201	109	413
65	108	190	163	461
7	96	211	166	473
8	117	201	156	474
9	117	199	154	470
91	118	243	166	527
92	130	222	219	571
93	121	246	208	575
10	127	196	171	494
101	145	193	161	499
102	136	242	172	550
11	154	245	226	625
12	145	242	196	583
121	174	227	199	600
122	64	237	232	533
123	124	232	154	510
124	149	229	159	537
13	142	222	159	523
14	144	239	194	577
15	148	264	220	632
151	145	193	202	540
152	150	246	195	591
153	146	x	x	x
154	153	262	217	632
16	x	x	x	x
17	139	245	189	573
18	146	281	242	669
181	143	267	242	652
182	139	258	320	717
183	117	251	252	620
184	137	263	233	633
185	133	263	276	672
186	128	269	244	641
19	140	273	300	713
PROMEDIOS	126	230	189	545
Ablación: 25/10/2005 a 02/03/2006				545 cm
Densidad				45 %
Ablación: 25/10/2005 a 02/03/2006				245 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2001-2002 (Factor Escobar, F., 2004)				311 cm Eq agua

4 Campañas a terreno

Período 1
25/10/2005 al 15/12/2005

Período 2
15/12/2005 al 28/01/2006

Período 3
28/01/2006 al 02/03/2006

nnn: valores rellenos con el promedio de la ablación del período.

x: sin datos

Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

ABLACIÓN RED DE BALIZAS				
TEMPORADA 2006 - 2007				
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
	cm	cm	cm	cm
1	201	183	106	490
2	201	170	79	450
21	218	195	106	519
22	175	198	95	468
3	184	291	101	576
4	194	157	115	466
41	219	165	111	495
42	190	164	87	441
5	211	160	93	464
6	225	191	68	484
7	205	176	77	458
71	221	180	63	464
8	218	202	76	496
9	276	193	127	596
10	282	194	106	582
101	304	185	124	613
102	260	188	96	544
11	283	179	109	571
12	286	193	107	586
13	311	220	154	685
131	311	198	121	630
132	293	187	146	626
14	296	185	114	595
15	296	202	137	635
16	287	221	203	711
161	288	297	237	822
162	302	220	215	737
163	305	199	214	718
PROMEDIO	252	196	121	569
Ablación: 15/10/2006 a 31/03/2007				569 cm
Densidad				45 %
Ablación: 15/10/2006 a 31/03/2007				256 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2006-2007 (Factor Escobar, F., 2004)				272 cm Eq agua

4 Campañas a terreno

Período 1
15/10/2006 al 18/12/2006

Período 2
18/12/2006 al 21/01/2007

Período 3
21/01/2007 al 31/03/2007

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.
x: sin datos
Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

ABLACIÓN RED DE BALIZAS			
TEMPORADA 2007 - 2008			
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	TOTAL
	cm	cm	cm
1	259	114	373
2	259	117	376
21	x	x	x
22	x	x	x
3	259	146	405
4	259	184	443
41	x	x	x
42	259	146	405
5	x	x	x
6	x	x	x
7	259	150	409
71	x	x	x
8	x	x	x
9	x	x	x
10	x	x	x
101	x	x	x
102	x	x	x
11	x	x	x
12	x	x	x
13	x	x	x
131	x	x	x
132	x	x	x
14	x	x	x
15	x	x	x
16	x	x	x
161	x	x	x
162	x	x	x
163	x	x	x
PROMEDIO	259	143	402
Ablación: 10/11/2007 a 16/03/2008	402	cm	
Densidad	45	%	
Ablación: 10/11/2007 a 16/03/2008	181	cm Eq agua	
Ablación total Extrapolada Verano 2007-2008 (Factor Escobar, F., 2004)	251	cm Eq agua	

3 Campañas a terreno

Período 1
10/11/2007 al 17/01/2008

Período 2
17/01/2008 al 16/03/2008

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.

x: sin datos

Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.

ABLACIÓN RED DE BALIZAS				
TEMPORADA 2008 - 2009				
Nº BALIZA	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN	ABLACIÓN
	Período 1	Período 2	Período 3	TOTAL
	cm	cm	cm	cm
1	200	279	127	606
2	180	241	158	579
21	x	344	x	x
22	173	285	133	591
3	204	282	151	637
4	214	303	178	695
41	220	319	165	704
42	x	248	x	x
5	204	280	153	637
6	170	x	x	x
7	220	305	151	676
71	215	x	x	x
8	240	288	143	671
9	233	x	x	x
10	278	x	x	x
101	x	x	x	x
102	x	x	x	x
11	263	326	x	x
12	x	x	x	x
13	242	333	x	x
131	268	364	x	x
132	237	x	x	x
14	257	x	x	x
15	246	x	x	x
16	244	x	x	x
161	262	x	x	x
162	166	x	x	x
163	254	x	x	x
PROMEDIO	226	300	151	644
Ablación: 20/10/2008 a 03/04/2009				644 cm
Densidad				45 %
Ablación: 20/10/2008 a 03/04/2009				290 cm Eq agua
Ablación total Extrapolada Verano 2008-2009 (Factor Escobar, F., 2004)				312 cm Eq agua

4 Campañas a terreno

Período 1
20/10/2008 al 12/12/2009

Período 2
12/12/2008 al 08/02/2009

Período 3
08/02/2009 al 03/04/2009

nnn: valores rellenados con el promedio de la ablación del período.
x: sin datos
Sólo se rellenan los datos cuando falta un período.