



MANEJO DE GLACIARES DE MONTAÑA: ¿PORQUÉ?.

- ❖ LOS GLACIARES SE CONSIDERAN UN RECURSO HÍDRICO ESENCIAL, PERO CONDENADOS A EXTINGUIRSE (POR CAUSAS NATURALES Y ANTRÓPICAS) A MENOS QUE SE MANEJEN.
- ❖ PARA SER UN RECURSO, DEBEN DESARROLLARSE TÉCNICAS PARA APROVECHAR SUS AGUAS CUANDO SE NECESITEN Y REPLETARLOS EN OTROS TIEMPOS.
- ❖ LOS GLACIARES EXISTENTES DEBEN SALVARSE (**¡INTERVENIRSE!**), DE SER POSIBLE
- ❖ PARA MITIGAR EFECTOS, GENERAR NUEVOS GLACIARES AUTOSUSTENTABLES.
- ❖ LOS PELIGROS POR GLACIARES (deslizamiento, lahar, gloy, surgencia, etc) DEBEN PREVENIRSE O REDUCIRSE.

EN EL MUNDO SE ESTÁ AVANZANDO EN TECNOLOGIAS PARA
MANEJAR GLACIARES. ESTAMOS TRABAJANDO EN VARIAS; LA
COLABORACIÓN DE TODOS ES BIENVENIDA.

ESTUDIOS EN EL MANEJO DE GLACIARES: logros en Chile

- ❖ **Control de dirección de movimiento (1995). OK**
- ❖ **Control de velocidad de movimiento (1998-2010) . OK**
- ❖ **Incremento artificial de la ablación en superficie (1969, 2006-2009). OK**
- ❖ **Reubicación de masas de hielo desde zonas de ablación de glaciares a depósitos especiales que garanticen más larga vida, con control de pérdidas en el proceso y reducción de la ablación en superficie (2007- 2011). OK**
- ❖ **Generación de un nuevo glaciar autosustentable:**
 - **Incremento artificial de la acumulación de nieve (2009-.....).**
1er año de prueba en terreno– resultados satisfactorios pero insuficientes, por invierno seco.
 - **Acumulación de nieve de depósitos de avalanchas (2007-.....).**
Estudios teóricos, no se han iniciado pruebas.
- ❖ **Evaluación de peligros glaciares, principalmente deslizamientos catastróficos (1998). OK**
- ❖ **Desarrollo de programas de computación (1995-.....). OK**



GEOESTUDIOS

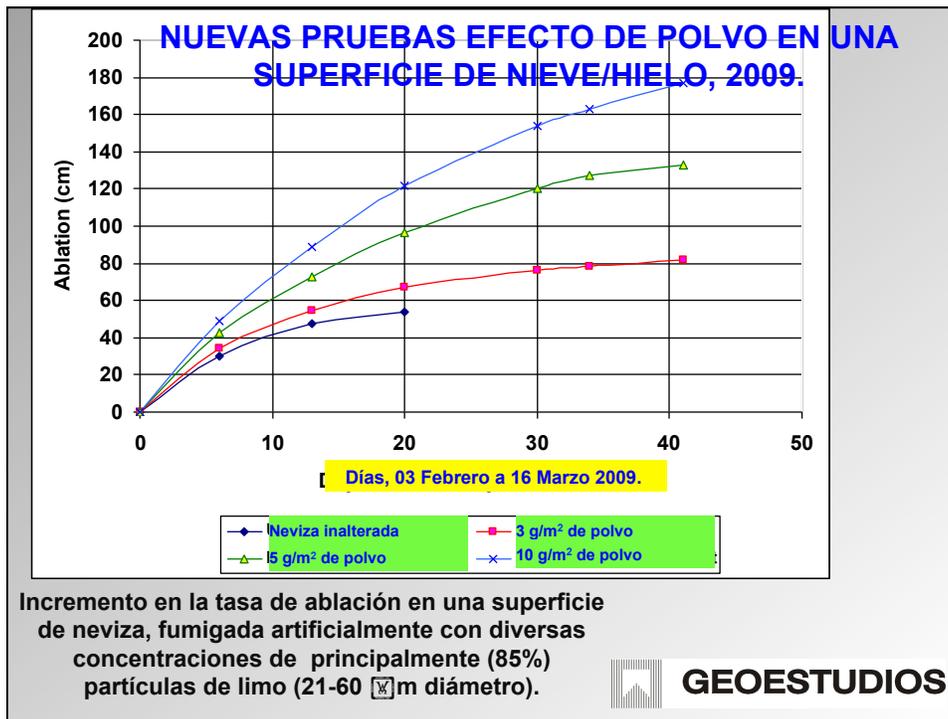
FUMIGACIÓN AÉREA CON COMPUESTO EN BASE A NEGRO DE HUMO,

ABRIL 1969: Glaciar Coton, VI Región. Para aumentar la ablación del glaciar y la escorrentía fluvial. ENDESA & Univ. de Chile.



SITIOS	TASA DE ABLACIÓN:
Virgen:	1,7 g/cm²-día
Pueba, 3.5 g/m² de compuesto:	2,7 g/cm²-día (59% aumento)

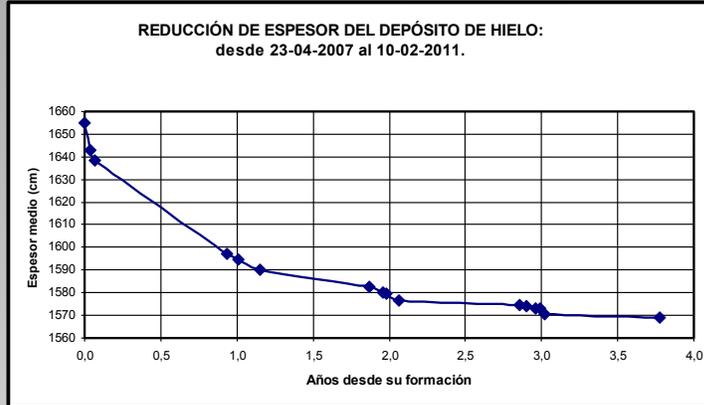
EL COSTO DE APLICACIÓN FUE INFERIOR AL VALOR DEL AGUA GENERADA.



DEPÓSITO ESPECIAL DE HIELO REUBICADO: MEJORANDO EL COMPORTAMIENTO DE UN GLACIAR DE ROCA, 2007-2010.

- **Objetivo:** alcanzar tasa de ablación del hielo que sea inferior a la de un glaciar de roca.
- Camioneta detenida en un depósito de 32.000 ton de hielo, 16 m de espesor, 2.400 m² de superficie, cubierto con 1 m de detrito rocoso "inerte" de conduct. térmica 0,217 W/m-K.
- El depósito descansa sobre una capa de 1 m de espesor de detrito rocoso "inerte".
- **Sensores:** de temperatura en el hielo, colocados en perforaciones post-depósito, y estacas de ablación ancladas en la base del depósito.
- No se desarrollaron "núcleos calientes".
- Masa inicial de hielo perdida en la reubicación: < 1%..

Resultados verano 2007 - verano 2011 de reducción de la cota de superficie en el depósito de hielo.



UN NUEVO MINI-GLACIAR QUE PERDURARÁ TRES SIGLOS (VS. SOLO UNO EN UBICACION NATURAL).

DESCENSOS ANUALES DE LA SUPERFICIE

2007-2008	2008-2009	2009-2010	2010-2011
48,2 cm	16,0 cm	6,6 cm	5,1 cm



GEOESTUDIOS

TRANSFORMANDO UN CAMPO DE NIEVE EN UN GLACIAR, A LA COTA DE 4.100 m, AUMENTANDO LA ACUMULACIÓN DE NIEVE CON “VALLA PARA NIEVE”.

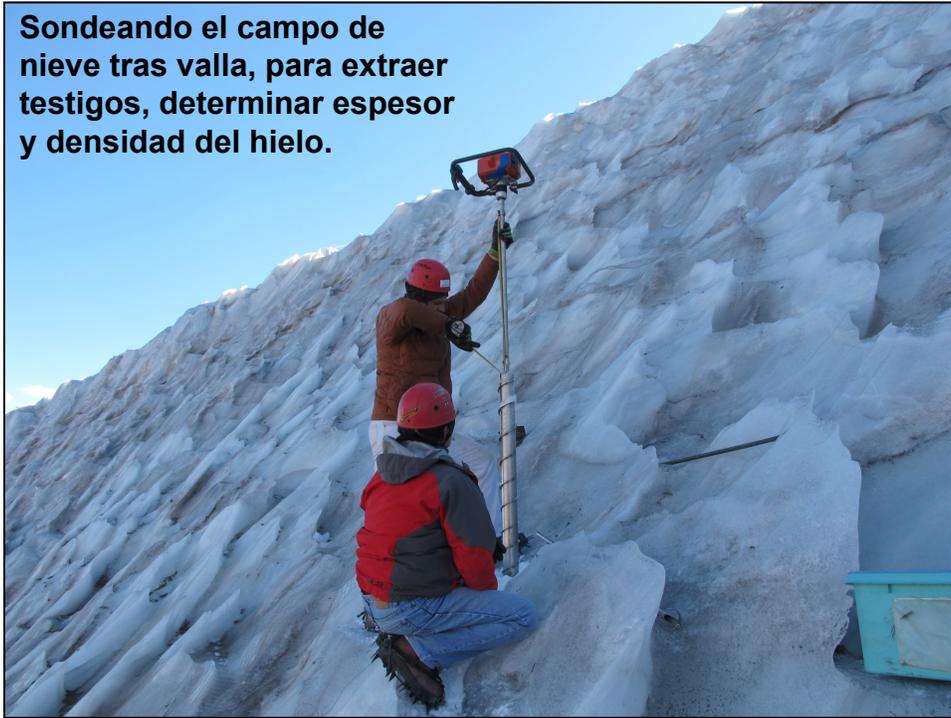
Valla para nieve:

- ❖ en Salvadora, Cuenca del Aconcagua,
- ❖ instalada Abril 2010,
- ❖ H = 4 m,
- ❖ L = 60 m,
- ❖ permeabilidad 40%,
- ❖ pie libre ~0,5 m.



GEOESTUDIOS

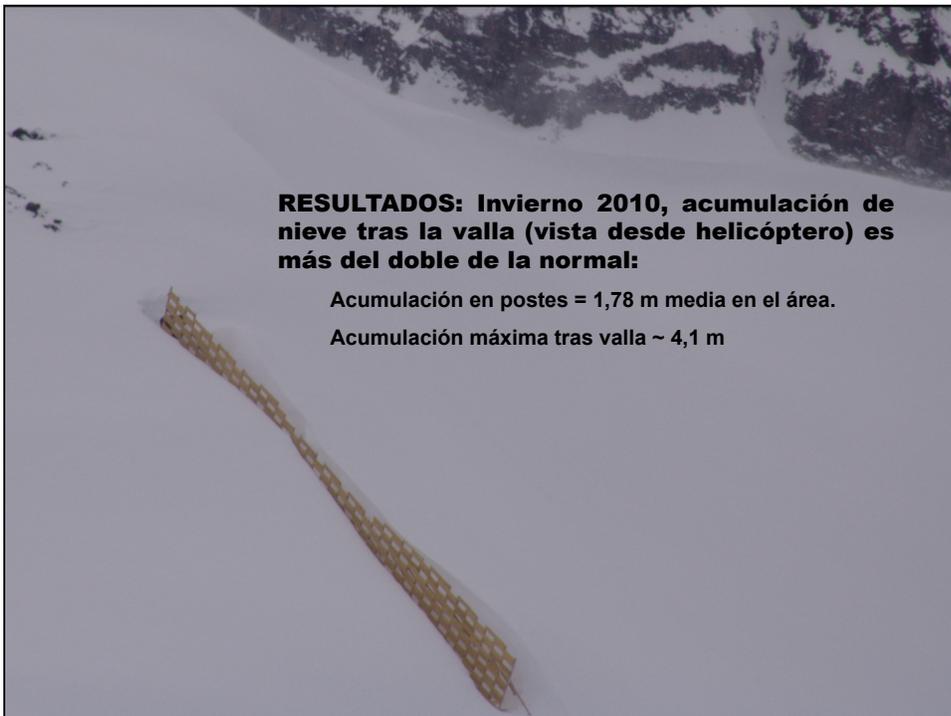
**Sondeando el campo de
nieve tras valla, para extraer
testigos, determinar espesor
y densidad del hielo.**



**RESULTADOS: Invierno 2010, acumulación de
nieve tras la valla (vista desde helicóptero) es
más del doble de la normal:**

Acumulación en postes = 1,78 m media en el área.

Acumulación máxima tras valla ~ 4,1 m





ESTUDIOS DE MANEJO DE GLACIARES EN OTROS PAISES

Selva Negra, Suiza, 2010. Ing. Eduard Heindl.
0,1 hect x 2 m

Glaciar Gemmstock, Austria, 2005.
Sabana de película plástica.

Nevado Pastorruri, Perú, 2010. Ing. Benjamín Morales.
En 3 meses redujo ablación en ~1,7 m

Ladakh, India, 2006. Ing. Chewal Norphel. 1,3 hect x 1 m

Siembra de nubes: para aumento de precipitación invernal (nival) en regiones montañosas.

Entre otros:

- ❖ USA (Colorado, Wyoming, etc.)
- ❖ India (Min. Ciencia y Tecnología)
- ❖ China
- ❖ Austria (Centro Meteorología y Geodinámica)
- ❖ España (Ministerio Agricultura)
- ❖ Rusia
- ❖ Australia (CSIRO + Tasmania, Queensland)



Generador de emisiones

Agentes: Yoduro de plata (+ sal y otros)
Propano líquido
Hielo seco (pellets de CO2)



GEOESTUDIOS

¿QUE HACER EN EL TEMA DE MANEJO DE GLACIARES?

DESARROLLAR PROGRAMA INTERNACIONAL PARA:

- ❖ Intercambios de experiencias.
- ❖ Difusión de trabajos y resultados.
- ❖ Colaborar en estudios de mejoras tecnológicas.

INSTITUCIONES CHILENAS TIENEN MUCHO QUE APORTAR.



GEOESTUDIOS

Un viaje de mil kilómetros comienza con el primer paso (Lao Tse, 570-490 a.c.)
Es mejor encender una vela que maldecir la oscuridad (Confucio, 551-479 a.c.)



**COLABOREMOS Y ACTUEMOS PARA SALVAR LOS
GLACIARES QUE PODAMOS, Y CREAR NUEVOS**

GRACIAS POR SU ATENCIÓN