

LA AVALANCHA DEL ESTERO PARRAGUIRRE

Estimados colegas:

Estoy ante Uds. para contarles mis impresiones de lo que vi - antes y después - del desastre que originó la avalancha en el Estero Parraguirre y mostrarles a través de algunas diapositivas lo que un mal expositor como yo difícilmente podría explicar.

No siendo un especialista en ninguna de las ciencias que se preocupan de este tipo de fenómenos naturales de carácter catastrófico y no contando con información suficiente y confiable en cuanto a horas, tiempos, gastos en los ríos y otros antecedentes necesarios para analizar en detalle las características de velocidad en los distintos puntos no voy a adelantar juicios a este respecto.

Creo que un equipo interdisciplinario debería, reuniendo el máximo de información, realizar un estudio y obtener conclusiones que nos permitan conocer las características de detalle que tuvo la avalancha. Tal vez esto pueda ayudar a idear sistemas de alerta o alarma que eviten o disminuyen las pérdidas de vidas, ya que no hay construcción humana capaz de contener el avance de aludes de esta magnitud.

Me he permitido incluir en esta exposición los pocos antecedentes históricos que he podido obtener de la zona, así como alguna información de otros fenómenos naturales de carácter catastrófico ocurridos en Chile o Sudamérica en los últimos años. De los casos que citaré, algunos tienen cierta similitud en lo que se refiere a las causas que los originaron con las posibles para el caso del Estero Parraguirre; otros, obedeciendo a causas muy diferentes que gatillaron el proceso, tienen gran semejanza en su desarrollo y consecuencias.

Hay ciertos hechos que quisiera que conocieran y que han influido para que me encuentre ante Uds.:

1. Soy un enamorado de la montaña desde hace más de cuarenta años.
2. Durante los veranos de 1986 y 1987 visité la zona donde el 29 de Noviembre de 1987 se produciría el derrumbe que desencadenó la tragedia. Los motivos fueron exclusivamente deportivos, aprovechando las facilidades de acercamiento que ofrecía el camino en construcción para la Central Alfalfal.
3. Producida la avalancha, la superioridad de la ENDESA me solicitó obtuviera información de lo ocurrido con miras a eventuales precauciones en nuestras centrales en explotación. CHILECTRA a través de sus ingenieros Sres. Eduardo Ferretti y Carlos Mathiessen dio todas las facilidades del caso, incluso antes de la visita nos fue mostrado un video tomado en el lugar del derrumbe algunas horas después. Fue así que el 29 de Diciembre, justo un mes después, visitamos en helicóptero la zona: el Ingeniero Agustín Martínez, el Geólogo Rolando Barozzi y el suscrito, siendo acompañados por don Carlos Mathiessen.

Y por último nuestro presidente de la A.I.E. Darío Croquevielle me solicitó la charla y aquí me tienen.

Haré una pequeña divagación semántica a objeto que nos entendamos. No teniendo claro el alcance exacto de los términos consulté el Diccionario de la Real Academia, que define como "aluvión": una avenida fuerte de agua o inundación. "Avalancha" se define como sinónimo

de alud y sería: "una gran masa de nieve que se derrumba de los montes con violencia y estrépito" o: "Lo que se acumula, desborda o precipita impetuosamente en gran cantidad". Otros autores le agregan la condición de que la masa de nieve crece a medida que va bajando y esta última condición esencial la distingue de los desmoronamientos de roca o seracs.

Parece ser que lo más correcto es llamar "avalancha" a cualquier deslizamiento de material, agregándole el apellido correspondiente de nieve, hielo, rocas, lodo, ceniza, etc. y en mi exposición trataré de usar dicha nomenclatura:

"Majestuosa es la blanca montaña que te dio por baluarte El Señor".

Nuestro Himno Patrio resalta la cualidad de amparo o defensa atribuida a nuestra Cordillera. Si bien esto es cierto desde un cierto punto de vista, no es menos cierto que "sus defensas" también se aplican a los nacionales cuando quieren conquistarla o arrancarle sus riquezas.

Chile es uno de los países más montañosos del mundo y sin embargo los chilenos excepcionalmente se interesan por conocer su cordillera, generalmente la admiran desde lejos.

Antaño sólo algunos mineros o arrieros se aventuraban a penetrarla usando en ocasiones senderos o derroteros antiquísimos, usados por los indígenas para sus correrías de caza o ritos religiosos en alguna cumbre.

En países con semejante proporción de montañas, como Suiza o Austria, la mayor densidad de población ha obligado a la gente a vivir en ellas, con lo que necesariamente han trabado mayor conocimiento con sus quebradas, faldeos, cumbres, nieve y hielo, aludes, bajas temperaturas, etc.

Los adelantos tecnológicos, fotogrametría aérea o desde satélite, uso de helicópteros, instalaciones radio controladas o radio comandas y otros, han facilitado enormemente las posibilidades de exploración o explotación de estas zonas difíciles, pero, de la misma manera como lo afirman los estrategas de la guerra, para ganarla hay que ocupar el territorio, vivir en ella, conocerla.

Hago estas consideraciones para tratar de transmitir a Uds. la idea, de que pareciera que siendo el hombre capaz de cambiar o modificar algunas condiciones del medio para su beneficio, esto es en la montaña mucho más difícil; yo diría que más bien hay que adaptarse a las reglas del juego que ella nos impone antes que tratar de modificarlas. Esto implica ciertos riesgos que hay que valorar convenientemente.

En la Cordillera Central, en la zona comprendida entre las ciudades de los Andes por el Norte y Rancagua por el Sur, existen dos puntos singulares en relación con el límite chileno-argentino, que en esta zona, como en otras, está determinado por las altas cumbres que dividen aguas.

La singularidad consiste que en estos dos puntos la cara de algunos cerros que se ve desde Chile es la argentina y viceversa, la que se ve desde Argentina es la chilena. Este hecho se produce pues el límite forma una zeta orientada de Oeste a Este, debido a la ubicación caprichosa de los cerros con la consecuente disposición de la divisoria de aguas.

Esta curiosidad se da en la zona de los Cerros Castillo y Manchado ubicados al Sur de Santiago entre los volcanes San José y Maipo y en la frontera al Norte del Río Colorado. En esta última el límite que viene del norte pasa por las cumbres de 6.000 m de los Nevados

Juncal y del Plomo, baja por el Risopatrón y Tronco al Paso de las Pircas, sube al Solari y Roth - siempre en dirección sur y vuelve hacia el Norte-Noreste por el Catedral Chimbote y Polleras, volviendo al Sur por la Sierra Bella, Orientación y Tupungato.

Esto que podría ser solamente una curiosidad geográfica, parece tener su origen en una particularidad geo-morfológica, ya que en ambas zonas se mezclan y superponen diversas formaciones en una sinfonía de colores, que dan su nombre al Manchado; y de paredes que bautizan al Castillo. En el valle del Museo, tributario del Colorado, el suscrito ha encontrado fósiles de Ammonites y Bivalvos a 5.600 m.s.n.m.

Ambas zonas son conocidas de los andinistas iniciados por las dificultades que ofrecen, El Castillo escalado en una sola oportunidad, que tiene una impresionante muralla vertical de 2.000 m que cae hacia el Río Negro y El Chimbote, jamás ascendido a pesar de numerosísimos intentos.

Uds. se preguntarán: qué tiene que ver esto con el tema de la charla? la razón es que las principales dificultades están en la verticalidad de las paredes y la mala calidad de la roca que origina continuos derrumbes. Pueden Uds. comprobarlo en dos fotos tomadas en días diferentes en Febrero de 1987 en que se aprecia la nube de polvo producto de derrumbes que se desprende del Chimbote.

El lugar donde se produjo el desprendimiento de rocas que inició el fenómeno de la avalancha está inserto en un escenario muy parecido y se produjo en el faldeo Oeste del filo que partiendo del Morro Rabicano baja hacia el Norte frente a los cerros Fósiles y Solari.

Tal vez convenga reproducir aquí algunos párrafos de la introducción al relato aparecido en el Boletín Informativo N° 20 del Club Andino de Chile Santiago, correspondiente a Marzo-Abril de 1940, casi cincuenta años atrás, con ocasión de la primera ascensión de don Carlos Píderit y dos compañeros al Rabicano :

"El monte Rabicano está situado en la cadena de montañas del gran macizo del Cerro Polleras de 6.000 m de altitud formando conjunto con una multitud de cumbres mayores de 5.000 m. entre las que se destacan también el cerro Chimbote y el cerro Catedral. De toda esta cadena de cerros solamente el Polleras fue ascendido por el Dr. Federico Reichert el 5 de Febrero de 1908, y desde entonces esta inmensa región de nuestra cordillera ha permanecido inexplorada".

"El cerro Rabicano tiene por su situación un valor geográfico destacado pues forma vértice de un curioso ángulo que presenta la cordillera limítrofe en los 70° de longitud y 33° 19' de latitud constituyendo un gran desplazamiento del "divortium aquarum" si se compararan las cadenas del Juncal y del Tupungato".

"Además hasta ahora ha existido la creencia que en las faldas del Suroeste del Rabicano se encuentra situado un posible paso de 5.000 m de altura que pudo haber servido de secreta comunicación internacional durante la época de nuestra independencia. A este portezuelo se le designó con el nombre de Portillo del Morado, pero puede afirmarse que en los últimos tiempos jamás ha sido cruzado este portillo. La reciente ascensión al Rabicano destruye esta hipótesis de la existencia de tal paso según la información de sus participantes".

Efectivamente el sendero para muías aparecía en los planos del Instituto Geográfico Militar y es vox populi entre los carabineros de frontera que el tal paso existía, pero nunca fue encontrado.

¿Leyenda o . . . habiendo existido fue borrado por un derrumbe?

Como pueden ver hace ya casi cincuenta años la zona ya daba que hablar.

Otro aspecto digno de destacar es el volcanismo cuyas manifestaciones se muestran aún en lugares bastante apartados de los centros volcánicos mismos.

Ejemplos de estas manifestaciones son las lavas que se encuentran muy cerca de los esteros Museo y del Azufre, llamadas "Los Negros" y . . . los depósitos laháricos provenientes de alguna antigua erupción de la caldera del Tupungatito y que habiendo sido excavados por los esteros Museo y Azufre dejaron en medio la pintoresca formación llamada "La Isla".

En la junta del Parraguirre con el Colorado y socavadas por los mismos ríos llaman la atención las terrazas laháricas pos glaciales provenientes de los valles superiores. Pueden tener el mismo origen volcánico mencionado antes o ser más modernas como su nombre de "Potrero Nuevo" lo sugiere y originarse en avalanchas de roca y lodo similares a la sucedida últimamente.

En la zona del "Agua Buena" parece ser el caso, donde grandes bloques erráticos permitieron la construcción de un puente natural sobre el Colorado.

Los baños termales como los antiguos Baños de Salinillas ahora desaparecidos son otra manifestación del volcanismo y están al Norte en una misma línea con los Baños del Yeso que mencioné anteriormente.

La diapositiva corresponde a Salinillas durante la excavación de los machones del puente que se instaló en este lugar. Los Baños están al interior de la pirca en el ángulo superior derecho.

Pasaré ahora a enumerar algunos hechos descritos en la literatura andina y que seguramente influyeron en las explicaciones que se dieron en los primeros momentos de ocurrida la avalancha del Parraguirre, antes de investigarse las causas en el terreno mismo o haciéndolo en forma ligera.

Los enumeraré cronológicamente y para hacer menos árida la exposición veremos algunas diapositivas que ilustren los diferentes casos.

En 1927 según Don Sebastián Krückel el Glaciar Nieves Negras, en la vertiente S.O. del volcán San José, se adelantó 4 a 5 Km. en territorio chileno hasta cerca de la confluencia con el río Colina y Azufre llegando hasta los 2.680 m.s.n.m..

En 1935 según Ludwig Krahel el glaciar que baja del Nevado Sin Nombre al río Azufre del Colorado avanzó alrededor de 4 Km. pasando junto a una formación rocosa característica llamada "El Barco".

En 1947 el glaciar Juncal Sur avanzó unos 3 Km. vertiéndose en el circo del Gran Salto del Olivares junto a la Loma Rabona, 600 m más abajo formando un glaciar pedemontano de 1 Km² y una laguna que se vació en 1954 al río Olivares.

Actualmente el glaciar se ha retirado de la Loma Rabona unos dos y medio Km. hacia aguas arriba.

En todos estos casos no se había dado una explicación satisfactoria a estos avances repentinos de los glaciares, que no se explicaban por los avances o retrocesos normales anuales mucho más lentos que tienen su origen en la mayor o menor precipitación de nieve.

La explicación puede estar en el ejemplo que daré a continuación y que fue presenciado por cuatro andinistas en una quebrada tributaria del Estero del Aparejo, afluente del río Yeso, aguas arriba del Embalse del mismo nombre. Esto ocurrió el 1° de Marzo de 1980 alrededor de las 10 A.M. y afortunadamente sin consecuencias para los espectadores, a pesar de haber perdido todo su equipo.

El último día de Febrero de 1980 (día 29 por haber sido bisiesto) un grupo de cuatro andinistas del Club Andino de Chile - Santiago acamparon junto a un glaciar lateral, afluente derecho del estero del Aparejo. Pasaron la noche en ese lugar partiendo los dos mayores a las 7 A.M. del día siguiente con la intención de ascender un picacho secundario del cordón del Aparejo.

Caminaron un trecho por el glaciar atravesándolo en diagonal y siguieron la ascensión por la falda opuesta. Los dos muchachos más jóvenes quedaron en las carpas, uno de los cuales es hermano de uno de los que suben.

La temperatura era anormalmente alta para la temporada y la altura en que se encontraban. De pronto alrededor de las 10 A.M. sienten un ruido sordo y horrorizados ven que el glaciar allá abajo empieza a moverse abriéndose la rimaya y deslizándose completo cerro abajo, encrespándose más y más a medida que avanza y toma velocidad. En la zona en que se ven las carpas se produce un rebalse de hielo y las carpas desaparecen. Espantados y temiendo lo peor inician inmediatamente el descenso, pero no pueden atravesar la cubeta del glaciar que ha quedado prácticamente vacía impedidos por los escarpes de erosión laterales sumamente abruptos. El fondo de la cubeta muestra fuerte erosión, estrías y surcos con algunos trozos de hielo como testigos de lo que había antes del cataclismo. Bajan por la ladera opuesta del campamento gritando y de pronto tienen la alegría de escuchar respuesta. Afortunadamente los otros muchachos habían decidido visitar unas pequeñas lagunas al otro lado del glaciar y abandonaron las carpas y cruzado el glaciar justo antes que se deslizara. Incluso a uno de ellos le golpeó una pierna un trozo de hielo cuando corrían desesperados vertiente arriba alejándose del peligro. La preocupación por la suerte de los otros dos era recíproca ya que en la posición en que se encontraban las dos parejas, no se veían.

Llegados a Santiago comunicaron al suscrito lo sucedido, subiendo el próximo fin de semana temeroso que el derrumbe pudiera haber represado el estero del Aparejo, a pesar de las seguridades dadas por los protagonistas que no era el caso.

En esa oportunidad capté las diapositivas que les estoy mostrando y que no dejan lugar a duda sobre la causa inmediata de la avalancha de hielo.

El volumen estimado involucrado en el deslizamiento fue del orden de 7,5 millones de m³ y resulta de las siguientes dimensiones aprox. del glaciar: 1 Km. de largo, 250 m de ancho y un espesor promedio de 30 m.

La pendiente en la parte alta del glaciar se estima era de 35° disminuyendo en la parte baja hasta unos 10° a 15°.

El 14 de Marzo de 1980, dos semanas después del hecho, sobrevoló la zona el glaciólogo Cedomir Marangunic invitado por el Ing. Humberto Peña del Departamento de Hidrología, verificando también un avance en el glaciar colindante del Estero del Aparejo que afortunadamente no alcanzó a sobrepasar una morrena terminal.

Otra causal de avalanchas catastróficas es la ruptura de una represa glacial.

En ocasiones los glaciares forman una represa natural cortando el curso de un estero o incluso aislando brazos de un lago. El valle del río Colina, afluente del Baker es un ejemplo del primer caso.

El glaciar perito Moreno que corta el brazo Sur del Lago Argentino formando el lago Rico es ejemplo del segundo caso y sus aguas suben entre 8 a 15 m inundando 70.000 hectáreas.

En los Andes centrales la crecida del glaciar Sureste del Nevado del Plomo formó una laguna que al vaciarse en 1934 destrozó 12,5 Km. del Trasandino afectando incluso a la ciudad de Mendoza. Este glaciar está ligeramente al Norte del Paso de las Pircas.

Capítulo aparte, aunque de parecidas o peores consecuencias son las avalanchas de ceniza, lodo y agua provocadas por erupciones volcánicas en lugares cubiertos de nieve o hielo, frecuentes en el volcán Villarrica como ejemplo chileno.

Un episodio reciente y tremendamente trágico fue la erupción del Nevado del Ruiz en Colombia, a consecuencia del cual desapareció la ciudad de Armero con un saldo de más de 25.000 víctimas.

Los terremotos también han producido fatales derrumbes siendo muy conocido el caso del Nevado Huascarán en Perú que arrasó con las ciudades de Ranrahirca y Yungay el 31 de Mayo de 1970. (70 x 10³ m³). Caída de 3.500 m desde los 6.000 m.s.n.m y un recorrido de 12 Km. con una velocidad algo superior a los 300 Km./hora; en 3 a 4 minutos.

Ocho años antes el 10 de Enero de 1962 un desprendimiento del mismo sector de la cumbre Norte del Huascarán había devastado nueve pequeñas aldeas incluida Ranrahirca y ocasionó 4.000 víctimas humanas. El volumen de la avalancha mucho menor al anterior fue estimado en 1,5 a 2,5 millones de m³.

La cabecera del Estero Parraguirre es un anfiteatro formado al oeste por el extremo Norte de la Sierra del Coironal con alturas alrededor de los 4.600 m; al Norte por los cerros Roth (5.335 m), Solari (5.330 m) y Fósiles (5.133 m) y al Este por el filo fronterizo que pasando por el hito Portezuelo del Morado sube hasta el Morro Rabicano (4.950 m) en dirección Norte Sur para torcer hacia el Este al Catedral (5.330 m).

El anfiteatro está dividido en dos sectores el Oeste y el Este por un espolón que baja desde la cumbre del cerro Roth en dirección Sur aproximadamente. Predominan en este anfiteatro los estratos de la formación Colimapu compuesta por areniscas, lutitas y conglomerados continentales de color rojizo. Esta formación del cretácico medio continental está atravesada por algunos filones, uno de los cuales permitió ubicar exactamente en las fotos anteriores el derrumbe y el lugar exacto donde se produjo.

La estratigrafía es casi vertical con un rumbo N-S y un ligero manteo de alrededor de 80° al Oeste lo que a juicio del suscrito tuvo gran importancia en el inicio del derrumbe y sus posibles causas.

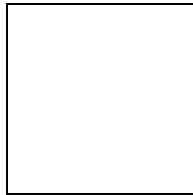
Hacia el Norte se prolonga esta formación hasta más allá del Paso de las Pircas (4.830 m.s.n.m.). Desde este punto el cordón fronterizo sube abruptamente hacia los cerros Risopatrón, Tronco, Nevado del Plomo, alcanzando su máxima altura en el Nevado de Juncal 6.110 m.s.n.m.

El desprendimiento de rocas se produjo en un filo orientado N-S en su cara poniente afectando aproximadamente desde los 4.700 m hasta los 3.750 y en un ancho estimado de 200 m. El espesor promedio en una estimación conservadora es de 25 m.

Las pendientes existentes en esta ladera son de 100% (45°) desde el filo hasta los 4.000 m, bajando paulatinamente a 40% a los 3.500 m, para en el fondo del valle alcanzar pendientes a 12,5% y luego 5%, pendiente que más o menos se mantiene hasta la Junta con el Colorado.

La falda Este de este mismo filo tiene pendientes bastante más suaves y forma una meseta que sube en dirección al Catedral. Esta plataforma desagua por el estero Morado al río de las Toscas, afluente del Tupungato.

La situación la esquematizaré en un pequeño gráfico:



Alrededor de las 11:00 horas del 29 de Noviembre de 1987, o a las 10:00 horas 33 minutos si aceptamos la teoría de González-Ferrán de un temblor, se produce la fractura y caída de una gran masa rocosa en la ladera izquierda del estero Parraguirre cerca de su nacimiento entre las cotas 4.700 y 4.000 m.s.n.m aproximadamente.

El volumen de roca desprendido según estimación conservadora fue de 8×10^6 m³ al que se le debe haber sumado un alto porcentaje de los detritos del cono de deyección lo que fácilmente llevó el volumen a la decena de millones de m³. Otras estimaciones basadas en los levantamientos aereo fotogramétricos elevan esta cifra prácticamente al doble.

Esta masa de roca blanda con una pequeña proporción de nieve, a juzgar por lo observado en las cercanías, que no fueron alterados, cayó sobre una capa de nieve del año, se pulverizó con el impacto y siguió avanzando por el lecho del estero debido a la velocidad inicial adquirida con la caída. A medida que avanzaba recibía el agua subglacial proveniente de los glaciares existentes en la cabecera del Parraguirre y en los cerros Solari y Roth. Es interesante destacar que los aportes al Estero Parraguirre son fundamentalmente de estos glaciares por tener una hoya muy estrecha encerrada entre las quebradas de Tambillos y Rabicano.

A medida que la avalancha avanzaba hacia aguas abajo cortaba e incorporaba a su masa los numerosos puentes de hielo que deben haber cubierto el estero en su parte superior y media, situación que se puede observar en quebradas vecinas de igual orientación y características no alteradas.

A juzgar por las huellas dejadas por la avalancha en la caja del río no parece haber habido una manifiesta erosión ni depositación de lodo o piedras en ella. Por otra parte la estrechez de la quebrada sin ensanches o planicies intermedias, así como la pendiente bastante uniforme, especialmente en los últimos 12 Km. antes de la Junta con el río Colorado, hicieron que el fenómeno en esta zona haya sido bastante uniforme.

No hay antecedentes que permitan suponer que haya habido derrumbes sucesivos en el tiempo. A este respecto es interesante dejar constancia de la observación hecha por nuestro ingeniero Fritz Meinardus quien observó ese día desde la cumbre de La Parva vecina a

Farellones junto con dos hijos "una única nube que emergía entre los cerros desde un valle lejano ubicado en dirección Este, la que parecía estar formado por polvo en lugar de vapor de agua". Se preguntaron "si esta nube podría provenir de una faena minera, aún cuando desconocíamos la existencia de alguna en esa zona, y también era demasiado grande para ello."

Al tener noticia esa noche de la desgracia ocurrida en Río Colorado les pareció claro que la nube vista por ellos debía tener relación con la avalancha.

Al llegar a la Junta con el Colorado, el estero Parraguirre, que trae una dirección general perpendicular al primero, hace una curva hacia la izquierda poniéndose paralelos ambos ríos por un cierto trecho.

En esa zona la avalancha que llena totalmente la caja del río Parraguirre, altura aproximada de 40 m, rebalsa y pasa por sobre las terrazas laháricas descargándose aguas arriba en el Colorado.

El material depositado en esta zona tiene entre 1 y 2 m de espesor y debe haber sido muy viscoso a juzgar por lo abrupto del frente de barro que tiene una altura de 1 m aproximadamente.

Es de color rojizo con matriz muy arcillosa y bloques aislados de roca de menos de 1 m de diámetro.

La avalancha transportó rocas inmensas a distancias increíbles. Una roca con un volumen estimado de 1.000 m³, o sea un peso de 2.000 toneladas fue llevada por el barro desde el lugar de la Junta Parraguirre Colorado, hasta el campamento La Paloma, 12 Km. más abajo.

En las publicaciones sobre la avalancha del Huascarán se mencionan los siguientes terroríficos pesos máximos de los mayores bloques transportados:

14.000 ton. para Ranrahirca

7.000 ton. para Yungay

Se comprende fácilmente que no hay construcción humana capaz de contener a estos gigantes una vez puestos en movimiento.

Conocido es lo poco indicativo que son los promedios en algunos fenómenos naturales, especialmente cuando su periodicidad es a muy largo plazo o simplemente no tienen periodicidad conocida.

Para estos fenómenos de carácter catastrófico son los accidentes y hechos anormales los que los caracterizan; y por el hecho de ser anormales son olvidados rápidamente. Es el caso de la ciudad de Armero que se construyó en el mismo lugar donde en tiempos de la Colonia fue destruida por un fenómeno idéntico al ocurrido recientemente.

Quedan dos caminos o no construir o hacerlo e instaurar algún sistema de alarma y escape que permita salvar vidas humanas.

Tal vez es el segundo camino el adecuado.

En cuanto a si era o no previsible un acontecimiento como el ocurrido en la hoya del Río Colorado, creo que en forma absoluta estaba dentro de lo posible, pero no probable.

La Central Maitenes se empezó a construir a comienzos de siglo y si bien habían ocurrido algunas crecidas con arrastre, no habían sido diferentes ni mayores a las que ocurren en otros ríos de similares características en el país.

Otra demostración de esta afirmación es el hecho que fueron arrasados árboles con más de 100 años de edad.

Tampoco puede imputarse a la acción humana el desencadenamiento de la avalancha, por tratarse de una zona intocada muchos kilómetros aguas arriba de cualquier obra. Hago esta observación porque no ha faltado quien lo haya atribuido a deforestación.

En cuanto a las causas directas creo que debe descartarse en este caso cualquier derrumbe glacial, y sí tuvieron mayor o menor participación en el fenómeno los siguientes agentes :

1. La zona en que se produjo el desmoronamiento o derrumbe de rocas que originó la avalancha de detritos, lodo y rocas es una zona geo morfológicamente inestable.
2. La cantidad de agua presente después del derrumbe sólo se explica como infiltración de las zonas más altas situadas al Este en dirección al cerro Catedral aumentadas por la inusual alta temperatura aquel día (Isotherma 0° sobre 4.000 m.s.n.m.)
3. La diferente insolación en horas de la mañana, entre la muralla que mira al Poniente y la meseta nevada superior que la recibe apenas sale el sol puede haber influido en el balance del agua infiltrada y el agua surgente en la muralla por obstrucción de los puntos de alivio que deben congelarse durante la noche. Al mantenerse la obstrucción por congelamiento de la pared durante la mañana por el hecho de mantenerse en sombra la muralla y produciéndose un aumento de la fusión en la neviza existente en la meseta superior hizo entrar en presión al agua contenida en las grietas.
4. A éstos contribuyó la estratigrafía de la roca que condujo el agua en la dirección de la quebrada Parraguirre y al mismo tiempo constituyó la pantalla, hasta que el esfuerzo la fracturó.
5. La gota que rebalsó el vaso puede haber sido un pequeño sismo local originado en el Volcán Tupungatito, como parecen indicar las investigaciones hechas por el vulcanólogo González-Ferrán, subsistiendo algunas dudas en cuanto a que haya sido el derrumbe mismo el que activó los sismógrafos.

En todo caso el área del derrumbe está comprendida en el radio restringido entre 30 y 50 Km en que estos sismos de poca profundidad (entre 0 y 3 Km.) tienen efectos destructivos.

Sobre los daños y costos de la avalancha creo inútil insistir por haberse hecho numerosas publicaciones y darlo por conocido, no puedo eso si terminar sin hacer un doloroso recuerdo de las víctimas humanas de esta tragedia.

He dicho

Sergio Kunstmann Z