

20

# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



**GERENCIA DE PREVENCION DE RIESGOS  
SUB GERENCIA DE CAPACITACION**

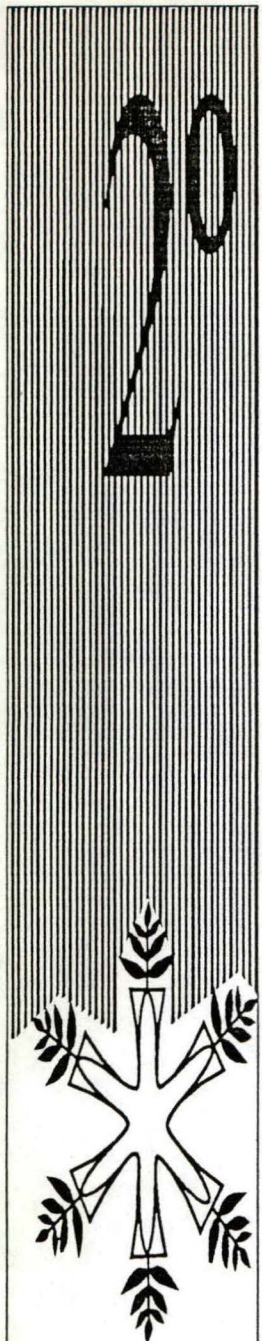
**MUTUAL DE SEGURIDAD C.CH.C.**

331.259  
M993  
II  
-

# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE

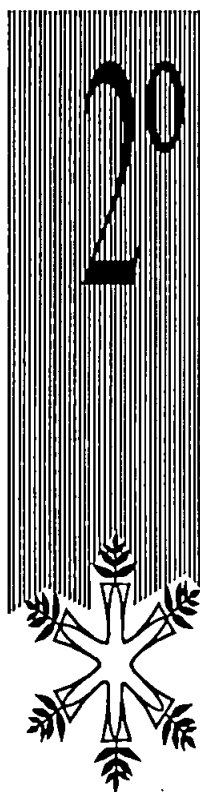
28 Y 29 de Abril 1994

## A P U N T E S



- 2982 -  
CAMARA CHILENA DE  
LA CONSTRUCCION  
Centro Documentación





# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

FUERZA MAYOR EXTRAÑA QUE NO TENGA  
RELACION ALGUNA CON EL TRABAJO

JORGE MANDIOLA DELAIGUE  
ABOGADO

Santiago, Abril de 1994.

## Mat.: Fuerza mayor extraña que no tenga relación alguna con el trabajo

- 1.- El inciso primero del artículo 5º de la ley N° 16.744, establece lo siguiente:

"Para los efectos de esta ley se entiende por accidente del trabajo, toda lesión que una persona sufra a causa o con ocasión del trabajo y que le produzca incapacidad o muerte".

El inciso tercero, del mismo artículo 5º de la ley N° 16.744, dispone:

"Exceptuándose los accidentes debidos a fuerza mayor extraña que no tenga relación alguna con el trabajo... La prueba de las excepciones corresponderá al organismo administrador".

- 2.- La ley N° 16.744 no define ni caracteriza a la fuerza mayor, pero el Código Civil, prescribe en su artículo 45º lo siguiente:

"Se llama fuerza mayor o caso fortuito el imprevisto a que no es posible resistir, como un naufragio, un terremoto, el apresamiento de enemigos, los actos de autoridad ejercidos por un funcionario público, etc.".

- 3.- De la citada norma del Código Civil se desprenden los requisitos de la Fuerza Mayor:

- a) Un hecho extraño a la voluntad de las partes.
- b) Un hecho imprevisible..
- c) Un hecho imposible de resistirlo o evitarlo.

### b) Imprevisibilidad

Significa que las partes no han podido prever la ocurrencia del hecho. Hay ciertas circunstancias que normalmente pueden preverse y el obligado debe tomar las precauciones necesarias para que si se presentan no impidan cumplir con su obligación. "El hecho es imprevisto cuando no hay razón especial alguna para creer en su realización y ni el agente ni persona alguna colocada en sus mismas circunstancias, habría podido evitar sus consecuencias.".

La imprevisibilidad es relativa. Lo que en unos casos y lugares puede ser imprevisible, puede no serlo en otros. Así, por ejemplo, una lluvia excesiva en el norte grande, puede ser fuerza mayor, pero la misma lluvia en el extremo austral no lo será.

Tampoco debe entenderse que la previsibilidad debe ser precisa, conociendo el lugar, día y hora en que el hecho ocurrirá, sino la eventualidad de tal hecho.

Producto de esta característica de relatividad es que cada situación debe ser analizada en particular, sin que, desgraciadamente, se puedan establecer reglas muy precisas para la calificación.

### **c) Imposibilidad de resistir**

Se ha fallado que un hecho es irresistible, cuando no es posible evitar sus consecuencias, en términos que el agente ni persona alguna colocada en sus mismas circunstancias, habría podido hacerlo.

Por lo tanto, la dificultad en el cumplimiento o una mayor onerosidad que la prevista, no constituyen caso fortuito.

#### *Ejemplos:*

Actos de autoridad: decreto judicial de cierre de faenas.  
Huelga.  
Enfermedades.  
Fallas mecánicas.  
Incendios.

#### *DERRUMBES DE PUENTES.*

- 4.- Volviendo a la norma del inciso tercero del artículo 5º de la ley Nº 16.744, debe advertirse que ella alude a la fuerza mayor extraña que no tenga relación alguna con el trabajo.

De ella se deduce, a contrario sensu ( en sentido contrario), que existe una fuerza mayor no extraña, sino que propia o inherente al trabajo. Por lo tanto, sólo la primera, esto es, la fuerza mayor extraña al trabajo impedirá calificar a un siniestro como laboral. En cambio, la fuerza mayor inherente al trabajo, no será eximente de esa calificación, es decir, no impedirá calificar a un siniestro como accidente del trabajo.

- 5.- Cuales son los hechos que dan lugar a la llamada fuerza mayor.

Se acostumbra distinguir al efecto, entre hechos de la naturaleza y hechos del hombre.

#### *HECHOS DE LA NATURALEZA:*

- Terremotos y temblores.
- Tempestades , lluvias e inundaciones.
- Pestes y enfermedades.
- Incendios.

#### *HECHOS DEL HOMBRE:*

- Ordenes o prohibiciones de autoridades.
- Guerras o revoluciones.

- 6.- ¿Cuáles son, en consecuencia, los conceptos de fuerza mayor extraña al trabajo y de fuerza mayor inherente al trabajo?

**Concepto de fuerza mayor extraña al trabajo.**

Hecho de la naturaleza o del hombre, imprevisto e imposible de evitar o resistir, que no guarda relación alguna con el trabajo. En esta clase de fuerza mayor, los factores y/o elementos de trabajo no intervienen para nada en la producción del accidente. Ej.: Cae un rayo en una fábrica y mata a varios trabajadores. Se trata, evidentemente, de una fuerza mayor extraña al trabajo, porque los factores o elementos del trabajo en nada influyeron para que acaeciera el siniestro.

En este caso, por consiguiente, la fuerza mayor opera directamente, con prescindencia absoluta de los factores o elementos de trabajo.

**Concepto de fuerza mayor inherente al trabajo**

Hecho de la naturaleza o del hombre, imprevisto e imposible de evitar o resistir, que guarda relación con el trabajo.

En esta clase de fuerza mayor los factores y/o elementos del trabajo, son un medio a través del cual opera la fuerza mayor.

En el mismo ejemplo anterior del rayo, éste en lugar de afectar directamente al grupo de personas, cae en un sitio de la fábrica donde no hay individuos, pero toma contacto con conductores eléctricos, corre por ellos y llega a maquinarias donde laboran varias personas, las que resultan heridas o muertas.

En este ejemplo, sólo actuando por intermedio de los factores o elementos de trabajo, la fuerza mayor produce lesiones en los trabajadores, de modo que sin ellos no se hubiera producido el siniestro.

- 7.- Cabe mencionar aquí también el caso fortuito. Si bien, como se ha visto, nuestro Código Civil lo hace sinónimo con la fuerza mayor, la verdad es que la mayoría de los modernos tratadistas distinguen ambos conceptos.

Para ellos, el caso fortuito sería una especie de fuerza mayor inherente al trabajo, con la característica de que en aquél - el caso fortuito- la causa está dentro de la industria o de la empresa, en tanto en la fuerza mayor la causa obedece a factores externos.

Ejs.: rotura de una máquina; explosión de una caldera, producidas a pesar de los cuidados y precauciones tomadas.

Jorge Mandiola Delaigue  
Abogado



## **I PARTE CONSIDERACIONES GENERALES**

### **\* CONTEXTO**

**Anexar la montaña al valle tiene varias alternativas, y cuando se tiene la acción del fenómeno nieve, la viabilidad depende de equipos.**

### **\* CONTROL DE RIESGOS**

**Son medios de protección hacia las personas e instalaciones que se adoptan antes de iniciar un despeje.**

- **Obras civiles:** Son inversiones que se ejecutan en período de verano, como ser:
  - \* Cobertizos
  - \* Defensas activas
  - \* Muros deflectores , entre otros.
  
- **Análisis del grado de estabilidad del manto nivoso:**
  - \* Soporte computacional con sistema experto SNOW
  - \* Perfiles estratigráfico realizados entre temporales
  
- **Desprendimiento de avalanchas**
  - Forma artificial de descargar laderas con nieve para proteger personas , bienes e instalaciones.
  - \* CATEX
  - \* GAZEX
  - \* AVALAUNCHER
  - \* CAÑONES 75 mm SR
  
- **Estandares establecidos para habilitar un camino al tránsito**
  - \* Ambas vías a todo su ancho
  - \* Salidas de emergencia habilitadas
  - \* Cunetas habilitadas
  - \* Cortes de avalanchas verticales
  - \* Cordón de protección al terraplen
  - \* Mantener varas de señalización
  
- **Control del tránsito en el camino**
  
- **Uso de transeptores de búsqueda de víctimas en avalanchas**



## \* USOS DE EQUIPOS DE DESPEJE

La configuración geográfica unida a la estructura operacional del negocio, determinan los equipos a utilizar. Estos equipos pueden ser solo para el despeje, de movimiento de tierra acondicionados para nieve, o bien, una combinación de los anteriores.

## \* INFRAESTRUCTURA DE LA OPERACION

Los equipos que queden aislados, post temporal, deben tener:

- \* Capacidad de apoyo entre ellos
- \* Soporte de suministros propios de la operación
- \* Operadores y mantenedores suficientes para el esquema de trabajo establecido.

## \* DISEÑO DEL CAMINO

Este aspecto incide fuertemente en la optimización de los equipos, debido a:

### - Depósito de la nieve removida

- \* Botada por el terraplén
- \* Proyectada
- \* Depositada a los costados
- \* Cargada sobre camiones

### - Caminos alternativos

Particularmente, de 32 km de camino, solo 12 km no tienen vía alternativa, con ello se evitan:

- \* Riesgos por avalancha
- \* Aluviones
- \* Caída de rocas
- \* Deslizamiento de suelos



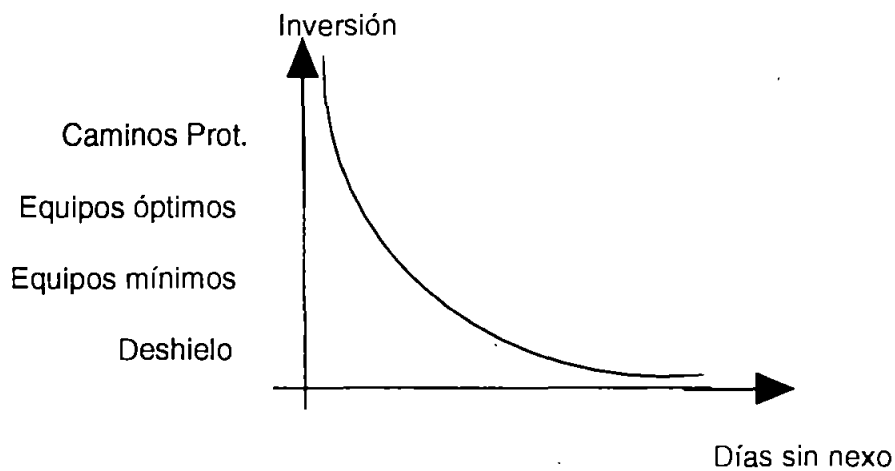


## II PARTE CRITERIOS EN LA OPTIMIZACION

**CASI LA TOTALIDAD DE LAS INCURSIONES DEL HOMBRE EN MONTAÑAS OBEDECEN A UN INTERES ECONOMICO**

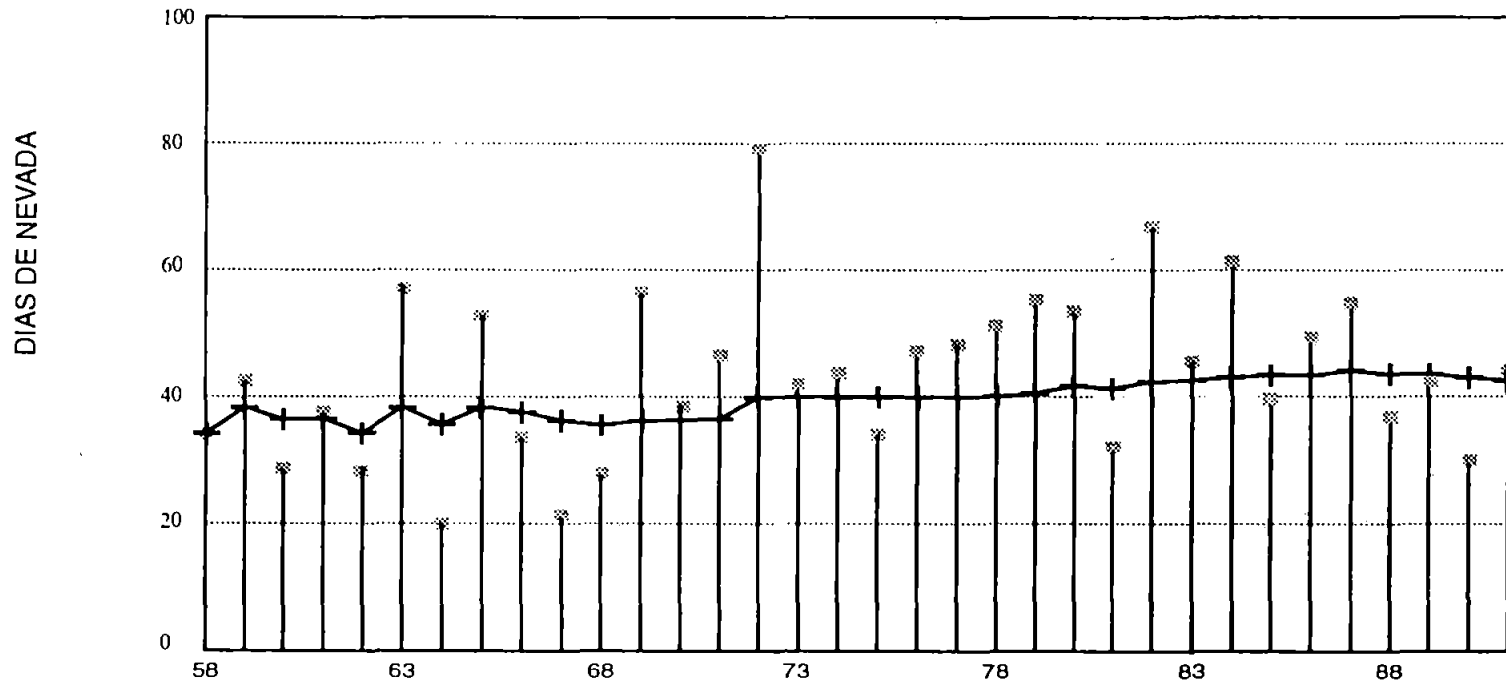
**EL ANALISIS MAS EFICIENTE DE LA SOLUCION DEL NEXO ENTRE VALLE Y MONTAÑA SE ENCUENTRA EN LA ETAPA DE PROYECTO**

**GENERALMENTE EL NEXO VALLE-MONTAÑA NO ES PARTE DEL NEGOCIO, Y EL TIEMPO SE ENCARGA DE GRABAR FUERTEMENTE EL BENEFICIO OPTIMO. ESTO SE REFLEJA EN LAS CONTINUAS INVERSIONES TENDIENTES A MINIMIZAR EL TIEMPO SIN VIABILIDAD**



# DIAS DE NEVADA POR PERIODOS ANUALES Y MEDIA ACUMULADA

PERIODO 1958-1991



DIAS DE NEVADA	33	42	28	36	28	56	20	53	32	21	27	55	39	45	79	39	43	35	45	48	50	56	55	34	67	45	81	40	50	54	37	43	27	45
MEDIA ACUMULADA	33	37,5	34,3	34,6	33,4	37,2	34,7	37	36,4	34,9	34,2	35,9	36,2	36,8	39,8	39,6	39,8	39,5	39,8	40,1	40,6	41,3	41,9	41,5	42,8	42,7	43,3	43,2	43,5	43,8	43,8	43,1	43,5	

PERIODOS ANUALES

⌘ DIAS DE NEVADA      + MEDIA ACUMULADA

CENTRO NIVOMETEOROLOGICO DE LAGUNILLAS

PREP. POR RENE E. LEON

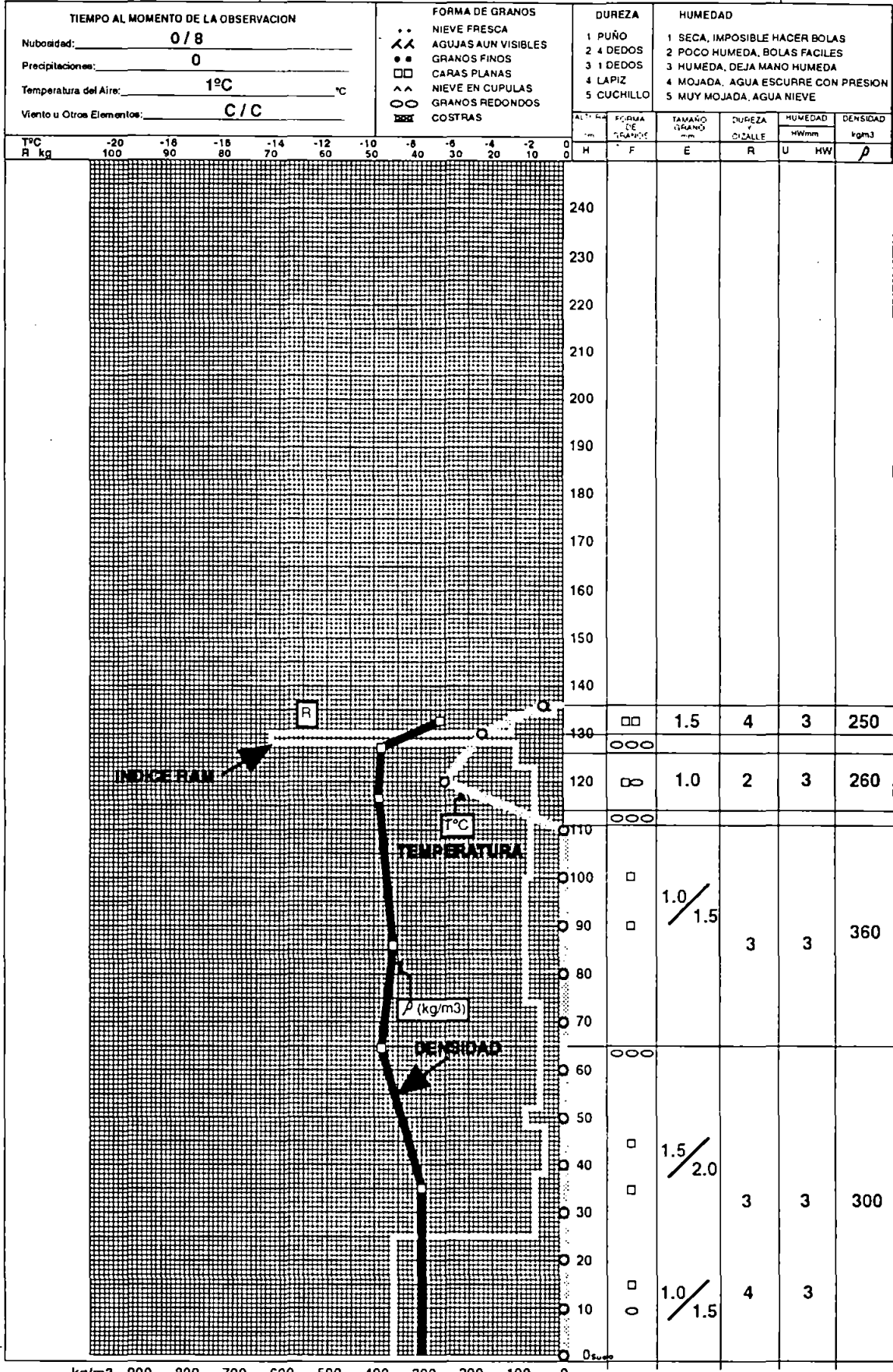
APROB. POR ANDRES ELLENA D.

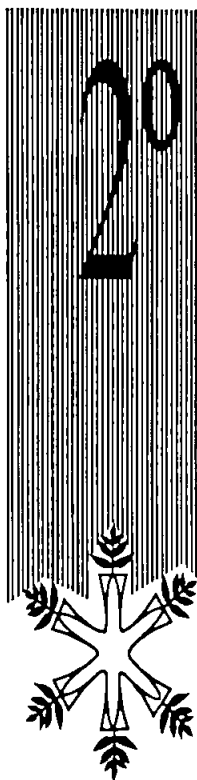
**PERFIL ESTRATIGRAFICO DEL MANTO NIVOSO**

Nº \_\_\_\_\_

LUGAR: Cancha Ski

Nombre del Sitio: SUR-SUR Cancha Ski Observador: F.O / R.L  
 Fecha: 15/09/93 Hora: 9:45  
 Exposición: SW Altitud: 3550  
 Estado de la Superficie(s): SSS Hsw: \_\_\_\_\_ mm.





# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**CARTOGRAFIA DE RIESGOS**

**JUAN E. GUTIERREZ PALACIOS**

Ingeniero en Geografía  
IVO KOVACIC SAPUNAR  
Geógrafo

# CARTOGRAFÍA DE RIESGOS

JUAN E. GUTIERREZ PALACIOS  
Ingeniero en Geografía

IVO KOVACIC SAPUNAR  
Geógrafo

## **1.- Definiciones Preliminares**

Cartografía de Riesgos  
Áreas de Riesgos

## **2.- Zonificación de Riesgos en Chile**

## **3.- Importancia de la Cartografía de Riesgos**

## **4.- Tipos de Cartografías de Riesgos**

Un ejemplo de Cartografía de Riesgos

## **5.- Casos de Estudio**

Peñalolen  
La Florida  
Vitacura  
San Bernardo  
Otros casos

## **6.- Síntesis**

## **7.- Objetivos de la Cartografía de Riesgos**

## **8.- Opciones de Solución**

## **9.- Jerarquizaciones de las Áreas de Riesgos**

## **10.- Usos de la Cartografía de Riesgos**

# CARTOGRAFÍA DE RIESGOS

## 1.- Definiciones Preliminares

### Cartografía de Riesgos

Se puede definir como Cartografía de Riesgos a aquella cartografía cuyo origen es esencialmente un mapa hidrogeomorfológico, que al describir los procesos morfogenéticos dominantes de la tierra y sus formas resultantes contribuye al estudio de los riesgos en sus fases de prevención, mitigación y alerta, en campos tales como deslizamientos de tierra; erosiones fluvial, torrencial, glacial y eólica; inundaciones, volcanismo, sismicidad u otros.

### Áreas de Riesgos

Las áreas de riesgos se definen, en su forma más simple, como aquellas que presentan potencialidad de desastre desde el punto de vista natural, involucrando la presencia humana y su infraestructura.

En Chile, los riesgos se manifiestan en inundaciones, deslizamientos de tierra, volcanismo y sismicidad principalmente, debido a su posición geográfica, en una zona de subducción de Placas y su extensión latitudinal, lo que implica un clima variado y que determina a su vez su condición de país montañoso ( en un 80% ), volcánico, fallado y sísmico.

## 2.- Zonificación de Riesgos en Chile

Desde el límite con el Perú hasta los 33° de latitud Sur, específicamente en la precordillera andina, se destacan los deslizamientos de tierra asociados a los aluviones principalmente, según antecedentes de H. Henríquez (Acta Congreso Geológico. 1985. IV Volumen).

La precordillera posee una serie de condiciones que favorecen la erosión excesiva del paisaje, cuyos efectos son aumentados por los movimientos sísmicos que se producen a esa latitud. Se observan laderas de pendientes medias y fuertes principalmente, vegetación escasa, largos períodos sin precipitaciones o cuando se producen son lluvias torrenciales y de corta duración, de modo que en un corto lapso se generan aluviones, que cubren los fondos de las quebradas, formando masas de barro con grandes clastos incluidos. Estos avanzan incluso a velocidades superiores a los 40 Km/h con espesores de varios metros.

*Un ejemplo lo constituye el aluvión que afectó a la ciudad de Antofagasta el 18 de Junio de 1991 y el producido el 3 de Mayo de 1993 en Santiago, en la Comuna de La Florida, sector Quebrada de Macul.*

Al sur de los 33° y hasta aproximadamente los 42° de latitud sur, dominan las inundaciones, normalmente, por crecidas de ríos, las que se deben a abundantes precipitaciones y al violento derretimiento de nieves por un tiempo prolongado, es decir, debido a aquellos fenómenos de tipo hidrometeorológico.

Las pequeñas cuencas hidrográficas poseen respuesta muy rápida a las precipitaciones excesivas, de modo que prácticamente no es posible prevenir las crecidas, pero en base a un estudio hidrogeomorfológico se pueden efectuar las correcciones y obras anexas que permitan el

control de las inundaciones futuras.

Las grandes cuencas hidrográficas tienen una lenta evolución de las crecidas, de manera que durante la evolución del proceso un estudio como el mencionado puede prevenir la crecida respectiva y las probables inundaciones que se originarían, además de realizar las obras de defensa que correspondan.

*También las zonas con sedimentos permeables saturados de aguas subterráneas fácilmente se inundan con precipitaciones ligeramente sobre lo normal, como ha ocurrido en forma periódica en ciertos sectores de Santiago en 1982, 1984, 1986, 1987 y 1993, por mencionar algunos sucesos de la última década.*

Al sur de los 42° de latitud se observa la ruptura de barreras glaciales por movimientos sísmicos y actividad volcánica, situación que favorece la existencia de áreas de riesgos.

Respecto a este último punto es necesario destacar una constante en todo Chile, como son los movimientos sísmicos debidos a líneas de falla que implican desequilibrios en las redes de drenaje. Se crea un nivel de base artificial, quiebres en los perfiles longitudinales de los afluentes y cambio de dirección de las redes. Vale decir, cambia la morfología y el equilibrio morfodinámico de la red de drenaje, produciendo cuencas de sedimentación que recrudecen las acciones erosivas en perjuicio de las áreas aguas abajo (en particular urbanizadas), dejándolas propensas a desastres.

Por lo tanto y como corolario de lo anterior, las observaciones geomorfológicas, hidrológicas e hidrometeorológicas permiten desarrollar las medidas más adecuadas para la prevención y control de los riesgos. Es así como la Cartografía de Riesgos aparece como un adecuado instrumento de trabajo.

### **3.- IMPORTANCIA DE LA CARTOGRAFÍA DE RIESGOS**

Su relevancia es fundamental si se piensa en el hecho de que la superficie terrestre se encuentra en diferentes etapas de lo que es una constante generación y cambio en los relieves, fenómenos que en la mayoría de los casos son imperceptibles para el no entrenado.

Por lo tanto, es necesaria la identificación, calificación y cuantificación de estos cambios, aumentados en gran escala por el factor humano, debido a que no sólo perturba los procesos morfodinámicos que están modelando los relieves locales, sino que además transforma los procesos naturales en desastres.

Estos desastres constituyen un obstáculo enorme para el desarrollo nacional, ya que deben desviarse recursos para mitigar sus efectos y volver la situación a la normalidad.

Más aún hoy cuando se observa un crecimiento y expansión rápida de la población en las zonas expuestas a peligros, causa de preocupación constante, ya que contribuye aceleradamente a aumentar el costo de los desastres, en pérdidas de vidas y daños a la propiedad e inversiones.

### **4.- TIPOS DE CARTOGRAFÍA DE RIESGOS**

De acuerdo a los requerimientos de las autoridades, planificadores y administradores especiales, etc. esta cartografía puede clasificarse en el carácter de Nacional, Regional o Comunal.

esquiadores fuera de pistas y de travesías, surfistas y otros especialistas de raquetas que evolucionan fuera de las pistas balisadas y abiertas (en Francia, éste grupo representa más del 90% de las víctimas debido a las avalanchas).

Pero además es interesante para los servicios públicos, para las organizaciones de seguridad y el conjunto de personas que les atañen los riesgos de avalanchas.

### **Los Principios de la Escala Europea**

Es fácilmente comprensible para cualquier público, ella lleva sólo un reducido número de nombres con índice, donde las definiciones limitan perfectamente cualquier interpretación errónea.

Ella es creciente, los índices son explicados sin ningún tipo de ambigüedad, siguiendo el riesgo al cual se expone el usuario.

Precisa el tipo de riesgo cuando la avalancha tiene una causa natural (partida espontánea) o accidental (desprendimiento provocado por el propio esquiador).

La escala se compone de 5 niveles de riesgo definido por una evaluación de la estabilidad y de sus consecuencias en los términos de probabilidad del desprendimiento de la avalancha.

El riesgo "0" está voluntariamente descartado, en virtud del postulado de que la práctica en montaña conlleva siempre un riesgo.

La graduación del riesgo se basa sobre el aumento de la posibilidad y por aumento de la extensión geográfica, de la inestabilidad del manto de nieve.

La relación entre estabilidad y probabilidad de desprendimiento se establece considerando:

- a) Sobrecarga suficiente para que se produzca una avalancha.
- b) Manto de nieve inestable.
- c) Sobrecarga necesaria es débil.

Los índices 1,2,3 y 4 están ordenados siguiendo la gravedad del riesgo de desprendimiento provocado por los esquiadores. El nivel de riesgo se traduce en la facilidad con que se producirá una avalancha (cuanta sobrecarga .), la extensión geográfica de un riesgo (cuales pendientes .).

Los índices de ésta escala no hacen referencia al riesgo de partida espontánea, solamente en términos de una eventualidad. La existencia de éste tipo de riesgo está perfectamente indicando con precisión en el boletín.

El índice 5 describe las situaciones de una fuerte inestabilidad del manto nival. La mayoría de las pendientes pueden ahora incluirse.

La probabilidad de desprendimiento de avalanchas, espontáneas o provocadas, es ahora muy fuerte.

### **Algunas Definiciones y Precisiones**

- a) *Sobre los chorreos.*

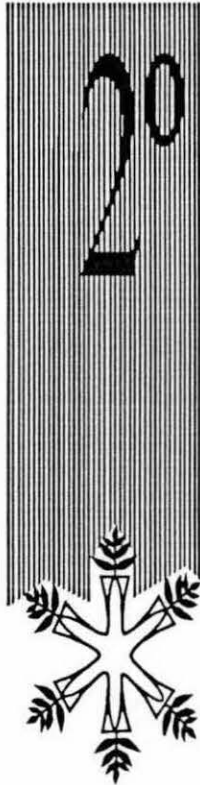




**I PARTE:  
CONSIDERACIONES GENERALES**

**II PARTE:  
CRITERIOS EN LA OPTIMIZACION**

**III PARTE:  
CONCLUSIONES**



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**CRITERIOS DE OPTIMIZACION DE EQUIPOS  
DE DESPEJE DE NIEVE**

**ANDRES ELLENA DAVANZO**  
Gerencia de Operaciones  
UNIDAD DE INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS MINAS  
AREA CAMINO Y NIEVE  
CODELCO CHILE-DIVISION ANDINA

A nivel Nacional se encuentra el trabajo realizado en conjunto por la Universidad Católica de Chile y la Oficina Nacional de Emergencia (O.N.E.M.I.), en los años 1987 y 1988 a una escala 1:1.000.000, se representan las áreas de riesgos por sequías, incendios forestales, inundaciones, deslizamientos de tierra, sismicidad y volcanismo.

A nivel Regional, se encuentran los trabajos efectuados por Consultores y Universidades, destacándose entre ellos el que realizó la Secretaría Ministerial Metropolitana del Ministerio de Vivienda y Urbanismo (1988) para la Región Metropolitana a escalas 1:10.000 y 1:50.000, donde se determinaron áreas de inundaciones; el trabajo del geógrafo y glaciólogo Oleg Rodkin a escala 1:250.000, sobre áreas de riesgos de avalanchas y avenidas de barro en el curso superior del río Maule; y el realizado por el geofísico Barrientos (1989), donde se determinaron las distintas regiones sísmicas de Chile.

A nivel comunal se encuentran los numerosos trabajos efectuados, principalmente, por geógrafos y en particular en las comunas de Santiago, algunos de los cuales se mostrarán como casos de estudio. Estos trabajos apuntan al exámen de inundaciones por acumulaciones de agua meteórica, salidas de canales de regadío y desbordes de ríos y generalmente poseen escalas que oscilan entre 1:5.000 y 1:50.000.

### Un ejemplo de Cartografía de Riesgos

En materia de aluviones, se deben mencionar los estudios realizados por el geógrafo Ivo Kovacic S. en el Instituto Geográfico Militar, respecto al área de Antofagasta Urbano (1992), a escala 1:1.000; y en los accesos de las ciudades de Taltal y Tocopilla (1993), a escala 1:5.000.

A modo de síntesis, es necesario destacar que la cantidad de la información es mayor al nivel comunal, debido a que se trabaja con escalas de detalle y semidetalle, lo que permite a su vez obtener mejores soluciones al abordar el análisis de las áreas de riesgos.

## 5.- CASOS DE ESTUDIO

A través de algunos casos de estudio, particularmente de inundaciones y deslizamientos de tierra, se podrá obtener una idea los elementos considerados en la elaboración de una cartografía de riesgos. Además, se podrá visualizar que el diseño, ejecución y escala de esta cartografía se supeditan a los elementos naturales y antrópicos considerados.

Todo el proceso natural se ve evidenciado por la intervención antrópica, manifiesta en la deforestación, extracción de áridos en forma no controlada, sobrepastoreo y urbanización desplanificada.

### PEÑALOLEN

- \* *Un trabajo en materia de riesgos por inundaciones a nivel comunal, lo constituye el realizado para la comuna de Peñalolen, por la geógrafa Soledad Olivares en 1987.*

*En este trabajo, su autora aclara, mediante el análisis de los elementos naturales (geomorfológicos, climáticos, hidrológicos y vegetacionales) y antrópicos (uso del suelo y canales), que los principales efectos de las lluvias de 1892 se debieron a la situación de la comuna en el piedemonte de los Andes en Santiago. Aquí se evidencia una sucesión de conos de deyección que generan un plano inclinado E-W con una geometría transversal convexa, que favorece el escurrimiento superficial ante lluvias invernales de carácter*

*torrencial, provocando un escurrimiento anárquico de las aguas que hace colapsar los canales de regadío y a su vez afectan las áreas pobladas de la comuna.*

## LA FLORIDA

\*Un segundo trabajo en materia de riesgos por inundación fue el realizado por el geógrafo Oscar Muñoz P. en 1988, en la quebrada de Macul, de la comuna de La Florida.

Esta comuna presenta un acelerado crecimiento poblacional y urbano en los últimos años, crecimiento que ha transformado drásticamente el espacio y uso del suelo. De un espacio semirural de vocación agrícola, ha pasado a ser un espacio urbanizado con pequeños bolsones agrícolas.

Paralelamente ha transformado el espacio físico. La urbe ha avanzado sobre un área de fuertes pendientes, en el sector precordillerano, constituido por la coalescencia y superposición de conos de los ríos Maipo y Mapocho. Existiendo, además, otros conos menores provenientes de las quebradas cordilleranas, como la de Macul (más relevante), agua del medio y otras menores.

Al salir de la cordillera la quebrada de Macul, sus aguas orientan hacia el S-W y pasan a ser el límite comunal hasta llegar a la Av. Departamental. Desde allí las aguas escurren por el interior de la comuna. El cauce natural se puede seguir hasta el canal San Carlos pasando bajo éste, para transformarse en el Zanjón de la Aguada, donde su cauce es fuertemente intervenido por el hombre.

Lo relevante es que las riberas de la quebrada de Macul han sufrido periódicas ocupaciones de terrenos por avances poblacionales, constituyéndose en áreas críticas cuando se producen los desbordes de canales y cauce de la quebrada principal.

Situaciones que se evidenciaron los años 1982, 1986, 1987 y en particular el aluvión producido en el año 1992, los primeros días del mes de mayo. Aquí han sido y fueron afectadas las poblaciones La Higuera, Ampliación de La Higuera, Domínguez y El Progreso, produciéndose daños en las propiedades y pérdidas de vidas humanas y una transformación total de las características morfológicas de los cauces de la quebrada de Macul.

El autor de este trabajo y como lo demuestran los esquemas que se detallan en su publicación, determinó las áreas de riesgos mediante el análisis de las características naturales y antrópicas del área en estudio y obtuvo mediante la confrontación de fotografías aéreas una precisión de los sectores más críticos.

## VITACURA

\* Un tercer trabajo en materia de riesgos por inundaciones y deslizamientos de tierra es el realizado para la comuna de Vitacura en 1990 por el Geógrafo Ivo Kovacic S.

La motivación del estudio se debió al rápido crecimiento de esta comuna, que hasta el momento de realizarse éste, poseía una tasa de urbanización del 75%. Además, constituye un polo de atracción para los habitantes de Santiago, debido a las características de sus paisajes naturales y fundamentalmente la alta valorización que posee el recurso suelo. Por lo tanto, se han invadido áreas grágiles desde el punto de vista natural, adaptándolas a los requerimientos de los urbanistas sin atender adecuadamente a la dinámica de las variables naturales.

Aquí se incorpora un nuevo análisis a los ya mencionados, desde el punto de vista natural y antrópico, que corresponde a un estudio de los trazados y capacidades de los sistemas de alcantarillado, en particular de aguas lluvias. Así mismo, se aplica un recurso metodológico que permite determinar los grados de equilibrio y desequilibrio de los drenes en balances de erosión y sedimentación, de las subcuencas que enfrentan a los sectores urbanizados y en vías de urbanización de la comuna.

La conjunción de lo anterior permitió determinar las áreas vulnerables, de peligro y riesgosas de Vitacura.

## SAN BERNARDO

\* Otro trabajo es el realizado en la comuna de San Bernardo en 1991 por el Geógrafo Carlos Saavedra P., quien estudia las inundaciones en un área relativamente plana y asociadas principalmente al desborde de canales de regadío. El autor también considera los sistemas de evacuación de aguas lluvias y lo que se constituye en un aporte relevante en materia de riesgos, realiza una síntesis del tratamiento de las variables naturales y antrópicas en materia de riesgos por inundación, las que se pueden hacer extensivas a otros tipos de eventos naturales. Parte de esta síntesis se utiliza en este apunte, dado el carácter relevante que posee en las temáticas que se discuten.

## OTROS CASOS

\* También es necesario mencionar otros trabajos realizados en el piedemonte de Santiago, como son los de la Geógrafa María A. Sepúlveda en la comuna de la Barnechea, específicamente en el estero Las Hualtatas, en 1986; y del Geógrafo Walter Mariángel en la comuna de la Reina, en 1989.

Ambos estudios abarcan la problemática de deslizamientos de tierra e inundaciones, realizando grandes aportes en la determinación de sectores críticos de Santiago, como también ofreciendo soluciones variadas en la prevención y mitigación del desencadenamiento de los fenómenos naturales mencionados.

\* Pero no sólo se ha trabajado en el sector piedemontano de la Región Metropolitana, sino que además se ha abarcado el interior de la Cordillera de los Andes, a través del estudio realizado por la Geógrafa Mónica Ruiz H. en 1983.

Su trabajo considera riesgos por movimientos en masas en las laderas del río Yeso, los que afectan a la infraestructura antrópica allí existente, como son el embalse del Yeso, acueducto de Laguna Negra, las viviendas y vías de comunicación al interior. Antecedentes corresponden al Co. Mesón Alto Cortaderas, San Gabriel y estación Primavera.

Así se analizaron los elementos físicos, su historia y dinámica actual, obteniéndose una serie de cartas, lo que permitió delimitar unidades básicas de riesgos en todo el valle. En este trabajo también se incluyen innovaciones, como por ejemplo una carta de exposición de laderas, se introduce un sistema de ponderaciones para cada elemento analizado, recurso interesante en esta clase de estudios, etc.

Es necesario mencionar que este tipo de análisis de determinados eventos naturales, puede hacerse extensivo a otros, como por ejemplo los incendios forestales, sismos y riesgos volcánicos, lo que no los hace excluyentes.

## **6.- SÍNTESIS**

En síntesis, es variada la gama de fases y elementos que se pueden considerar en la Cartografía de Riesgos, como también se puede constatar a su vez en los esquicios cartográficos que se incluyen, la variedad de jerarquizaciones de riesgos de los sectores o áreas examinadas. No ocurre lo mismo con las soluciones.

Así, al tratar de resumir los antecedentes proporcionados por los casos de estudio mencionados, es posible deducir que la forma más apropiada de abarcar los elementos antrópicos y naturales en los estudios de riesgos, es la mediante el uso de esquemas.

## **7.- OBJETIVOS DE LA CARTOGRAFÍA DE RIESGOS**

También es posible sintetizar en los casos de estudio mencionados algunos de los objetivos de la cartografía de riesgos:

- a) Lograr acercamientos de tipo metodológico en prevención de riesgos para ser proyectados en otras localidades con características naturales particularmente y antrópicas, similares a las analizadas.
- b) Establecer la localización, dinámica y cuantificación de los fenómenos y procesos naturales.
- c) Detectar los factores detonantes, tanto naturales como antrópicos, que causan la inestabilidad del sistema natural.
- d) Dotar a las autoridades, planificadores y administradores del espacio de una información científica y profesional en torno a los problemas analizados, que les permitan adoptar medidas de prevención, mitigación, preparación y alerta más efectivas.

## **8.- OPCIONES DE SOLUCIÓN**

En cuanto a las posibles soluciones factibles, éstas abarcan las mecánicas, mecánico-biológicas y antrópicas.

A modo de síntesis, las soluciones o alternativas de carácter mecánico o estructural consideran la mampostería de gavionado, canales de alivio, colectores de aguas lluvias, etc., para sujetar y proteger tales laderas, vías de comunicación, viviendas y en general la infraestructura antrópica, ante las inundaciones, deslizamientos de tierra, movimientos sísmicos y demás eventos naturales.

Las medidas mecánico-biológicas complementan las anteriores con vegetación adecuada a las características de suelo y climáticas del área analizada, lo que permite lograr a mediano y corto plazo un mejor revestimiento de los sectores en desequilibrio.

Las medidas biológicas, si bien es cierto implican un plazo mayor, permiten obtener repoblamientos vegetacionales con especies autóctonas de los sectores inestables.

Finalmente, las medidas antrópicas involucran la revisión de la legislación vigente en materias de riesgos, limitación del tránsito antrópico y avance urbano hacia los sectores en desequilibrio, la instalación de sensores de alerta tanto meteorológicos como sismológicos y en volcanes, limpieza de canales de regadío y sistemas de alcantarillado, apertura de vegetación contra incendios forestales, mayor coordinación entre las instituciones encargadas de proveer los

servicios urbanos como agua potable, alcantarillados, etc. y estudios adecuados de las características naturales examinadas en cuanto a, por ejemplo: caudales y torrencialidades.

## **9.- JERARQUIZACIONES DE LAS AREAS DE RIESGOS**

Generalmente, éstas obedecen a criterios de temporalidad, es decir, a la probabilidad de ocurrencia de desastres en el presente inmediato, a mediano y largo plazo. Esto se debe a que el hombre es capaz de prever y tomar medidas en función de los desastres más frecuentes a los que se ven enfrentados y que le ocasionan cuantiosas pérdidas, tanto de vidas como materiales.

Así de habla de áreas de riesgo, peligro y vulnerables, asociándose las dos primeras a los plazos de tiempo, cortos y medianos y las últimas a los de largo plazo. Un buen ejemplo de esto lo constituye el caso de estudio de la comuna de Vitacura, ya señalado.

## **10.- USOS DE LA CARTOGRAFÍA DE RIESGOS**

En cuanto a su utilidad ésta es variada y como ejemplos se pueden señalar las siguientes aplicaciones:

### **a) En Planificación Urbana**

- \* Emplazamientos urbanos e industriales.
- \* Trazado y mantenimiento de vías de comunicación.
- \* Instalación de obras hidráulicas.
- \* Determinar evacuación de desechos para evitar contaminación.

### **b) Planificación Rural**

- \* Ordenamiento del ambiente contra erosión agrícola.
- \* Manejo de tierras con fines de riego.
- \* Protección del medio ambiente y recursos naturales.

### **c) Hidrología**

- \* Inventarios hidrológicos para cursos potenciales de agua.
- \* Grados de equilibrio y desequilibrio de drenes en balances de erosión y sedimentación.

### **d) Edafología**

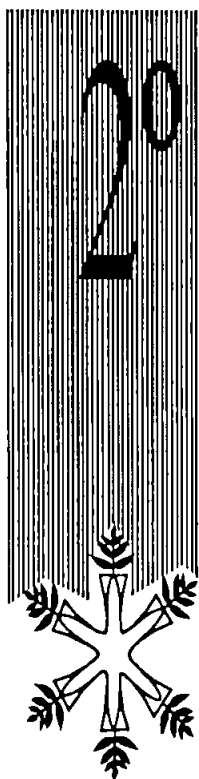
- \* Mecanismos que favorecen el desarrollo de suelos.

### **e) Minería**

- \* Proyecciones de yacimientos.

### **f) Turismo**

- \* Accesibilidades
- \* Areas de riesgo y uso restringido.



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**ALUVIONES ZONAS DE RIESGO  
CAUSAS Y CONSECUENCIAS**

**GONZALO UGARTE GABRIELLI**  
Profesor de Construcción Civil  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE



# ALUVIONES ZONAS DE RIESGO CUASAS Y CONSECUENCIAS

Gonzalo Ugarte Gabrielli  
Profesor de Construcción Civil  
Pontificia Universidad Católica de Chile

Normalmente, nuestra cordillera presenta potencialmente una enorme cantidad de riesgos naturales, un alto porcentaje, alrededor del 12%, no es perceptible en el momento de detonación y/o del inicio.

Antes de describir las técnicas más comunes de previsión y control debemos aceptar una ley física inmutable, que es la "ley de gravedad", en este caso debemos partir de la premisa de que "todo material que está ubicado en una pendiente tiende a descender" y si éste presenta un cierto grado de inestabilidad, basta que cambien determinadas condiciones para que se inicie un escurrimiento, siempre en dirección de la pendiente, es decir, aguas abajo.

Como consecuencia de este principio es previsible que las instalaciones construidas por el hombre sufran un impacto, la gravedad de los daños dependerá:

- a) Volumen de la masa en movimiento
- b) Tipo de ésta
- c) Pendiente de escurrimiento
- d) Cantidad de agua involucrada
- e) Distancia recorrida desde el inicio
- f) Perfil geométrico del canalón de escurrimiento

Es común que en muchos proyectos nos preocupemos del riesgo del entorno o mejor dicho del escenario a la vista o más próximo y nos descuidamos de lo que pueda ocurrir en la alta cordillera a muchos kilómetros de distancia, lógicamente mucho más allá de nuestro campo visual y de los caminos de penetración.

Para poder establecer un riesgo se debe analizar la hoya completa y no sólo el área del entorno.

Con reiterada intencionalidad, en los últimos años, se trata o se buscan culpables, especialmente cuando este tipo de fenómeno involucra a empresas particulares.

En especial tratando de confundir el riesgo de aluviones con los otros riesgos naturales, especialmente con el de las avalanchas.

Desde mi punto de vista personal, en prácticamente todos estos eventos, las autoridades civiles y/o judiciales no se han preocupado de solicitar los estudios o peritajes a varios expertos calificados, con el objeto de tener opiniones concluyentes y definitivas.

Se escucha y da importancia a opiniones de personas, sin la capacidad técnica adecuada,

lo que ha permitido decisiones erradas y/o débiles, pero lo más preocupante son los fallos judiciales, los que han evaluado la realidad de los Andes Chilenos.

Las autoridades explican como ciclos de recurrencia espaciada, tratando de convencer que esta recurrencia y/o mala suerte, tiene un periodo no inferior a 50 años, pero nunca en forma oficial se ha llegado a la definición científica de estos, lamentables, eventos.

Sin ser un experto calificado en el tema, presento en esta exposición mis conclusiones, haciendo uso de la opinión de ilustres especialistas en especial del Profesor Llybutry, actual Director del Laboratorio de Glaciología y Geofísica del CNRS, Francia; del Profesor Reinaldo Börgel; del Profesor Oscar González Ferrán; del Profesor Fernando Moreno y de muchos otros que los consignaré en los antecedentes bibliográficos.

## CAUSAS

### I. Climatología Chilena

1. Chile desde la edad cuaternaria se ha dividido en tres climas:
  - Relativamente desértico del paralelo 24 al Norte (Antofagasta).
  - Mediterráneo del 24 al 35 (Antofagasta a Cauquenes), variando en la actualidad desde el 31 al 38 (La Serena, Concepción, Los Angeles, Angol), con lo que comprende parte de la Región de la Araucanía.
  - Templado, con clima de bosque, desde el 38 al Sur donde se va acentuando la influencia del clima Antártico.

2. Los factores que han diferenciado nuestro clima con el de nuestros vecinos han sido dos:

- 2.1 El océano Pacífico con las dos variables:

- 2.1.1 La Corriente del Humbolt que es fría y beneficia al país por factores de todos conocidos.

- 2.1.2 La Corriente del Niño, de influencia tropical que causa alteraciones climatológicas y pelágicas, las que no son beneficiosas para el país, cuyo origen y concurrencias están en estudio.

- 2.2 La Cordillera de Los Andes es el otro factor fundamental en la climatización del país.

¿ Por qué establezco que la Zona Central era de Clima Mediterráneo ?

Porque su situación planetaria es mediterránea y desde este punto de vista presenta algunas características generales que conviene establecer: copio textualmente de los Estudios del Profesor Reinaldo Börgel, en su Publicación "Vulnerabilidad y Peligro de Desastres en la Cordillera Chilena" (Chile Central).

Características del Ambiente Cordillerano en Chile Central (31° a 35° Lat. Sur).

- a) En las cumbres por encima de los 5.000 mts. domina un régimen glacial ; y por debajo de esta altitud un sistema periglacial.  
Este régimen se define por procesos que se activan por las oscilaciones del

termómetro en torno de 0°C.

b) El límite inferior del sistema periglacial oscila entre 3.900 y 3.000 mts., variando de N a S conforme las diferencias de altitudes en las cumbres cordilleranas. En general, la Cordillera es más alta en el N y más baja en el S., en el sector de estudio ya señalado.

- c) Conviene señalar que este límite no ha sido establecido apropiadamente y es conveniente establecerlo, ya que en él se registra la más alta vulnerabilidad y el factor de peligro, por derrumbes en masa.
- d) El régimen mediterráneo de los Andes Chilenos se caracteriza por dos estaciones bien definidas y opuestas: invierno frío con precipitaciones nivales y en parte pluviales y un verano seco y caliente.
- e) Como consecuencia de lo anterior, en la estación seca hay una relativa mortalidad vegetal, con activación de procesos mecánicos de meteorización muy enérgicas. En cambio, en la estación invernal hay precipitaciones sólidas en forma de nieve y granizo, que cubren tanto las cumbres como las laderas, depositándose sobre estos materiales, previamente atacados por la intemperización. Esto es una diferencia importante con regiones que tienen suelos perpetuamente helados, ya sea del tipo pergelisol o permaprost.
- f) Estas estaciones extremas son pendulares en el tiempo y en el espacio; esto es, oscila de N a S adquiriendo las precipitaciones intensidad variable, a veces en el N de esta faja, otras en el S. Esta faja se extiende desde los 31° de Latitud S hasta los 35° S y cubre desde La Serena hasta Concepción. Estos ciclos de mayor o menor humedad no están bien establecidos y su conocimiento es importante como factor de un sistema preventivo de laderas inestables. Los períodos secos, según su extensión en el tiempo pueden provocar una alta mortalidad vegetal y, por ende, una fragmentación muy fuerte en las formaciones superficiales.

En cambio, los períodos húmedos o ciclos de años lluviosos o nivales facilitan un escurrimiento regular con arroyos permanentes. Esto provoca un sistema de transporte continuo desde las cumbres y laderas hacia el fondo del Valle; como consecuencia, la ladera se estabiliza con una cubierta granulométrica de un tamaño ligeramente superior a la máxima competencia alcanzada por las aguas de los arroyos cordilleranos. Esta homometría de los materiales es un factor de seguridad para las laderas, aún fuertemente inclinadas.

La inestabilidad de laderas surge a partir del umbral que separa un período seco de otro húmedo. La interrupción de un período seco por precipitaciones abundantes y violentas es la causa principal de los grandes desequilibrios en los valles de montañas.

- g) Otra característica de estas cordilleras mediterráneas es su estructura geológica basada en plegamientos con capas o estratos con buzamientos de diferente inclinación. En general, los grandes valles que contienen los ríos principales son valles anticlinales, en tanto que la mayor parte de los afluentes son sinclinales. Este hecho estructural genera dos tipos de laderas: unas conforme a la pendiente estructural y otras no conforme. Es obvio que la mayor inestabilidad está en las laderas conforme, ya que con esto los procesos gravitacionales son más enérgicos.

cos. En este caso coincide la pendiente topográfica con la pendiente estructural.

- h) El volcanismo cuaternario ha recubierto las cordilleras de Chile Central con abundantes capas de cenizas volcánicas, además de haber rellenado gran parte de los valles superiores con losas y arenas volcánicas. Estas cenizas son discordantes a una superficie de erosión antigua y constituye un material fino que otorga gran plasticidad a los deslizamientos de tierras. Lamentablemente, a la fecha no existe un cartografía a nivel regional que indique la localización exacta de estas cubiertas cineríticas.
- i) Los sistemas hidrográficos en zonas de montaña tienen la particularidad de presentar distintas pendientes, según se considere el río principal o sus afluentes. Este es un factor dinámico que convierte a los afluentes en potenciales fuentes de descarga de materiales a las zonas de confluencia, todas las confluencias y los lechos y laderas aguas abajo de éstos son zonas críticas de alta vulnerabilidad y potencial peligro de desestabilización de laderas. "(Börgel 1983-1988 y 1993)".

## II Tectodinámica

La mayoría de los procesos geológicos son tan lentos que no nos permiten observarlos directamente durante nuestra breve vida. Sus efectos acumulativos sólo se perciben después de miles o millones de años.

Pero hay dos procesos que no se rigen por esta ley y son una excepción.

### 1. VULCANISMO

Un cono volcánico puede formarse en unos días, una montaña puede explotar en cuestión de segundos.

Una erupción se produce cuando el magma se eleva a través de la corteza terrestre, durante siglos este fenómeno fue un misterio absoluto y se consideró como el despertar o el castigo de los dioses.

Chile es un país que compone la línea de fuego del pacífico y durante siglos hemos mantenido una actividad permanente en su cadena de volcanes que es la más concentrada del mundo.

En el punto H, estudiamos los efectos de las erupciones sobre la cordillera de los Andes.

### 2. La Actividad Sísmica

Es otro factor instantáneo en la modificación de la corteza terrestre, naturalmente que dependiendo de su intensidad y recurrencia.

Ambos fenómenos se explican, hoy día, por la moderna teoría de la tectónica de placas, estando permanentemente nuestra placa continental comprimida desde el Oeste por la placa de Nazca, produciendo un fenómeno de subducción, lo que se interpreta como un fenómeno

destrutivo al ser empujado el magma hacia el manto y se refunde con él.

En los últimos estudios se ha demostrado que el magma del que se formaron los volcanes de los Andes, está formado, principalmente, por corteza "reciclada", lo que aumenta el grado de vulnerabilidad de nuestra cordillera, por estar compuesto de materiales pétreos en un cierto grado de descomposición al compararla con Los Alpes, cuya roca mayoritaria es de origen granítico.

En síntesis, la tectodinámica, son un conjunto de procesos evolutivos directamente ligados al origen y evolución de Los Andes.

Hoy día, en la Zona Central, tenemos un volcán en actividad incipiente: El Tupungatito y la presencia de un cuerpo volcánico en el área fronteriza del portezuelo Morado ubicado a Km. al sureste del arroyo de las Toscas (Argentina) y de fallamiento inverso al oriente de éste, en el Estero Aguas Blancas (mapa geográfico de Chile Sernageomin 1982, E=1:1.000.000 y hoja Santiago, Thiele, 1980, E=1:250.000).

Haciendo un resumen es necesario aclarar dos conceptos: Grado de peligro de un ambiente cordillerano: que lo constituye el clima con sus variables cada vez más complejas y en segundo lugar en tectodinámica que es la energía que actúa activamente remodelando las condiciones de equilibrio.

Grado de vulnerabilidad en un ambiente cordillerano, el que se determina por la recurrencia de cada zona, la que es determinada por la geomorfología, las que varían según la naturaleza de la cubierta principal y su exposición a la influencia solar y corrientes de frío y/o humedad.

Exposición Norte-Sur (lado Sur más húmedo)

Exposición Este-Oeste (lado más asoleado con fusión más acelerada).

Si hacemos una pequeña relación histórica de las 2 cuencas que afectan en mayor grado a la zona del valle central, donde habitan alrededor de 8.000.000 de personas podemos analizar la cuenca del río Mapocho y la del río Maipo.

### **Cuenca del Mapocho**

#### *DESBORDES:*

- 1544	una vez
- 1609 (2), 1618, 1647, 1682 y 1698	2 veces
- 1744, 1748, 1764, 1779, 1783	5 veces
- 1827, 1858, 1877, 1888, 1899	5 veces
- 1912, 1934, 1941, 1953, 1982, 1986, 1987	7 veces

Esta estadística que la podemos encontrar en las páginas de la Historia de Chile de Encina, Eyzaguirre y Vial, que ya he presentado en anteriores trabajos, al parecer son una fría información.

Pero debemos destacar al contrario de la información oficial que es cíclico, sino que puede repetirse una vez más, lo que he recalcado hasta ser impertinente.

No hay razón lógica que indique que un proceso de desastre natural no se pueda repetir en otra ocasión o debe establecerse un espacio de tiempo de su recurrencia.

"Sólo puedo afirmar con absoluta seguridad que cualquier fenómeno generado por la

naturaleza en nuestra Cordillera sea desastroso o no, puede repetirse las veces que coincidan las condiciones que generaron el primer proceso".

En síntesis, no hay plazo.

Si repetimos el cuadro estadístico vemos que desde 1982 se inician desbordes casi secuenciales.

En un estudio efectuado por los ingenieros, señores Luis Ayala R. y Humberto Peña T. de la Dirección de Aguas han determinado que la hoya hidrográfica activa del río Mapocho medida desde el Arrayan:

- Temperatura Isotermia 0°C a 1.500 m. superficie hoya 50 Kms<sup>2</sup>
- Temperatura Isotermia 0°C a 2.000 m. superficie hoya 150 Kms.<sup>2</sup>
- Temperatura Isotermia 0°C a 2.500 m. superficie hoya 290 Kms.<sup>2</sup>

Por otra parte, el profesor Lliboutry en su libro Nieves y Glaciares de Chile, indica en su estudio sobre la altura que el volumen anual de aguas se duplica entre la cota 1.000 y 2.000 m.

El ingeniero Civil Sr. Alejandro Cifuentes B. en su historia del Río Mapocho, ha hecho observaciones no sistemáticas sino esporádicas entre la altura de precipitación en Santiago (500 m. de altura) y Lagunillas (Cajón del Maipo 2.000 m. de altura), estableciendo para una misma lluvia, un volumen que varía entre un 20 y un 70% de mayor precipitación en este último punto. También podemos observar tasas de sedimentación muy altas, con aumento de la granulometría y de acumulaciones de material rocoso pero frecuente desde 1982 a la fecha.

El profesor Reinaldo Börgel en diferentes estudios sobre geomorfología del río Maipo, nos ha demostrado que desde el Cuaternario a la fecha, ríos afluentes como el Yeso, Volcán, Colorado, etc. han bloqueado en numerosas oportunidades el escurrimiento del río principal (Maipo), generando 3 formas principales:

- a. Un represamiento en el sitio de confluencia.
- b. Un lago de barrera aguas arriba con grandes acumulaciones de arena, cuyo espesor puede alcanzar desde algunos metros hasta cientos de ellos.
- c. Terrazas de descarga fuertemente inclinadas y que se ubican aguas abajo del represamiento.

Personalmente me tocó el lamentable evento del río Colorado el 29 de Noviembre de 1987, donde dos situaciones anormales, la Isoterma 0°C anormalmente muy elevada sumado a una actividad sísmica gatillaron el desastre de Alfalfal.

Esta ubicación absolutamente irregular de la Isoterma 0°C y muchas variaciones climatológicas inesperadas ha obligado a la Unión Mundial de Meteorología, con sede en Ginebra, a pronunciarse en Mayo de 1984, aceptando que en los 22 últimos años el comportamiento climatológico y meteorológico no obedece a un padrón conocido, teniendo la Isotermia 0°C un comportamiento absolutamente errático y desconocido hasta la fecha.

Que el factor pluviométrico estaba totalmente alterado en el mundo. Viendo este súbito cambio con gran preocupación por los eventuales desastres que esta anomalía está provocando en todo el mundo.

### **3. Actitud del Hombre**

- Permanentemente el hombre ha provocado tres fenómenos:
- a) Depredación despiadada del recurso vegetal en la precordillera ha terminado con la vegetación arbórea, con la tundra formada por matorrales, musgos, líquenes y algas y ha terminado con los arbustos.

Para mayores antecedentes ver revista Hondac #112 y 113 de Enero y Febrero de 1990, donde denuncia detalladamente este problema.

El día 21 de Abril de 1994 el Sr. Director de INDEP, don Luis Marambio, plantea su inquietud al respecto, indicando su posición oficial al respecto.

- b) El abandono de la cota 500/600 m. s.n.m. de Santiago y ya estamos ascendiendo a cotas cercanas o superiores a los 1.000 m. s.n.m.

Naturalmente que producirá y produce un impacto en el escurrimiento de las aguas, al aumentar superficies impermeables (techos, terrazas, piscinas, caminos) creando un escurrimiento acelerado de las aguas por cauces inexistentes o canales que se transformaron en calles.

Lográndose inundaciones en diferentes zonas de la ciudad.

- c) La tradicional mala memoria de los chilenos, porque en la zona precordillerana de Santiago, las quebradas que bajan en dirección al Valle, no existen por un capricho de la naturaleza, ya que producen anualmente una cantidad indeterminable de toneladas métricas de sedimentos gruesos y finos, no existiendo muchos estudios sobre el impacto que ocurriría sobre las nuevas zonas edificadas y en la eliminación de los cauces naturales.

El problema del punto A de este capítulo, ha sido avalado por las Naciones Unidas, a través del PNUD quien ha llamado en el mes de Abril de 1994 a una reunión mundial "para determinar como impedir la depredación del recurso vegetal en las precordilleras del mundo, el que en este momento es absolutamente crítico".

- d) Por último, marginalmente me quiero referir al aumento indiscriminado de CO<sub>2</sub> y a la deforestación progresiva de la precordillera y de los valles planos en cualquier parte del mundo.

El CO<sub>2</sub> es impermeable a la refracción de los rayos ultravioletas que atacan la tierra, creando un aumento de la temperatura superficial de la tierra, lo que aumenta la fusión de la nieve/hielo y va elevando el régimen glacial con lo que se pierden las reservas de agua de la cordillera, aumenta la situación de riesgo y Chile en especial va perdiendo este formidable regulador, término que actúa como un gran estabilizador de las temperaturas en el verano.

## ALUVIÓN

Por último debo definir lo que es un aluvión : es una gran cantidad de agua que súbitamente escurre descontroladamente por una valle, destruyendo prácticamente todo a su paso y dejando una gran cantidad de escombros en la medida que

pierde velocidad en el valle.

*Su generación se debe:*

- a) Rotura del muro de una represa artificial creada por el hombre.
- b) Represamiento por actividad sísmica. Caso del río San Pedro 1960, Valdivia, donde por efecto del terremoto del 21.05.60 se produjeron 3 tacos por derrumbes de tierra de los cerros ribereños.
- c) Ascenso de la Isoterma, 0°C, aumentando violentamente la hoya hidrográfica, sumando los sistemas torrenciales de un clima mediterráneo.
- d) Combinación de:
  - 1. Elevación inusual de la Isoterma 0°C, creando una fusión acelerada.
  - 2. Gatillamiento por un efecto sísmico, pero la zona ya estaba alterada por los terremotos de 1939, 1960, 1965 y 1985.
- e) El caso más raro y despreciable es la caída de una avalancha de nieve y que produzca un represamiento eventual. Sólomente conozco un caso, la rotura de una gran sección del glaciar Juncal 2do. (Este) que causó un gran represamiento en el Río San Pedro, tributario del Río Mendoza (Rep. Argentina) creando un desbordamiento de éste último que afectó las cercanías de la ciudad del mismo nombre.

En las otras oportunidades el agua, dada la cantidad de aire de la nieve, orada y produce un puente normalizando la situación.

### **Conclusión Final**

Avalancha y Aluvión, no son desastres equivalentes ni parecidos, sólo una avalancha puede colaborar aportando más agua en el caso de un aluvión, al fundirse la nieve al paso del agua a gran velocidad, debido a la pendiente de la montaña.

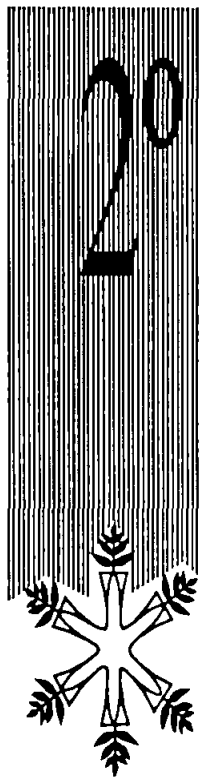
### **Bibliografías**

- 1.- Börgel, Reinaldo 1993, Vulnerabilidad y peligro de desastre en la Cordillera Chilena, revista de Geografía Norte Grande 20, 47- 54, 1993.
- 2.- Börgel, Reinaldo 1988. Petrografía y Granulometría en la cuenca superior del río Mapocho. "Proyecto DIUC N° 45/88. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 3.- Börgel, Reinaldo, Velozo L. 1988 "Impacto Geomorfológico del funcionamiento de Quebradas del piedemonte de la cuenca de Santiago". Proyecto DIUC N° 42/88. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 4.- Börgel, Reinaldo 1983. "Prevención de Catástrofes en el Area Cordillerana y Precordillerana de la Región Metropolitana". Proyecto DIUC N° 149/83. Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 5.- Börgel R., Métodos geomorfológicos para prevención de catástrofes naturales.
- 6.- Caviedes I. Inventario de glaciales en la Hoya del Río Cachapoal y Predicción de la Escurrencia del Deshielo, Andes Centrales. Universidad de Chile Dpto. Geología 1979.
- 7.- Cereceda Pilar, Agua y Catástrofes. Comité Científico Técnico de Protección Civil,



Valdivia. Octubre 1986.

- 8.- Cifuentes A., el Río Mapocho, su historia, actual comportamiento, su futuro. Ingenieros, Revista del Colegio de Ingenieros ISSN 0716-4610 Abril 1994.
- 9.- Heim, B. Conciencia Sísmica. Comité Científico Técnico de Protección Civil, Valdivia. Octubre 1986.
- 10.- Linsley, Kohler, Paulus, Hialgía para Ingenieros ISSN 0-07-037967-x. Mc Grau-Hill de México. 1985 CDD Anuario Nivológico y Metereológico, Grupo Operación Invierno 1985.
- 11.- Muñoz O., El caso de la Quebrada de Macul, Riesgos y desastres naturales. Instituto Geográfico Militar 14.05.1993.
- 12.- Simposium de Chamonix, Les apports de la Recherche Scientifique a la Sécurité. Neige Glace et Avalanches ANENA, 1991. Francia.
- 13.- Ugarte G., Prevención y/o control de los riesgos naturales en alta y media montaña. Riesgos y desastre natural, Instituto Geográfico Militar 14.05.1993.
- 14.- Ugarte G., Alfalfal, Razones de una Tragedia, Ingenieros. Revista del Colegio de Ingenieros ISSN 0716-4610, Ns. 103 y 104, Febrero y Marzo 1988.
- 15.- Ugarte G., Restauración del Recurso Vegetal en la Precordillera y Cordillera de los Andes en la Región Central de Chile. ONDAL. Manual de la Construcción Ns. 112 y 113, Enero y Febrero de 1990.



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**ACUERDO EUROPEO Y CANADIENSE  
SOBRE RIESGOS DE AVALANCHAS**

**GONZALO UGARTE GABRIELLI**  
Profesor de Construcción Civil  
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

# Acuerdo Europeo y Canadiense Sobre Riesgos de Avalanchas

Gonzalo Ugarte Gabrielli  
Profesor: P. Universidad Católica de Chile

A partir de Diciembre de 1993, ha entrado en vigor en Europa la nueva escala de Riesgos de avalanchas.

Los equipos de previsionistas de todo este continente, se han puesto de acuerdo para utilizar una escala única de riesgos de avalanchas.

En todas las montañas europeas existirá la misma información, ésta escala determina 5 niveles de riesgos.

Como cada año aumenta el número de esquiadores sin frontera fue necesario poner a su disposición una información:

- Clara
- Fácilmente accesible
- Fácilmente comprensible
- Cualquiera que sea el país de origen.

Este acuerdo se generó en los servicios de previsión de avalanchas de cada país, concesiones con el objeto de unificar la información.

Esta nueva escala es el resultado de un compromiso, donde cada país efectuó las concesiones necesarias con el objeto de que éste proyecto fuera factible.

Para operar normalmente hay que utilizar "la guía de utilización".

## Guía de Utilización

Después de algunas consideraciones sobre el fenómeno de una "avalancha" y análisis sobre los boletines de previsión de riesgos de avalanchas, esta guía determina algunas teorías técnicas, define ciertas palabras claves y explica cada índice de escala.

Además, informa sobre la organización y las informaciones que se entregan sobre los riesgos de avalancha, indicando los métodos de acceso a la información "Nieve y Avalanchas" como también la previsión metereológica de montaña.

## Del Riesgo de Avalanchas

Contrariamente a lo que existe para el viento en la escala Beaufort, el riesgo de avalancha no es un parámetro medible.

El desprendimiento de una avalancha es la consecuencia de la interacción de muchos parámetros tales como :

- Estado del manto de nieve
- Espesor de la nieve
- Cualidad de la nieve fresca
- El viento
- La temperatura, etc.

Ya que el manto de nieve no es un medio homogéneo con una gran variedad espacial y temporal en sus características dominantes :

- Altitud
- Exposición
- Situación horaria.

Deben ser tomados en cuenta en la evaluación de la estabilidad y de la probabilidad de desprendimiento.

El aspecto topográfico entre otros, debe considerarse en el juego de la potencialidad avalanchosa de una pendiente, su declive, proximidad a la cumbre, ruptura de la pendiente, naturaleza del suelo.

El problema se complica más todavía, debido a que algunas avalanchas se desprenden espontáneamente sólo por los efectos de las condiciones meteorológicas.

Y otras no se desprenden sino son afectadas por una sobrecarga que puede ser la pasada de un esquiador o el efecto de un explosivo utilizado para obtener un desprendimiento preventivo.

Por ésta razón, el riesgo de inicio espontáneo puede ser muy débil, por otra parte el riesgo de desprendimiento accidental por la pasada de un esquiador o de muchos está por el contrario muy latente.

El riesgo de avalancha se traduce de hecho en un estado de inestabilidad del manto nival, el que evoluciona cada día, más o menos rápidamente, como consecuencia directa de las condiciones meteorológicas.

Sin embargo, si los riesgos de avalancha no pueden ser calculados, se pueden estimar objetivamente a partir del análisis de las medidas y de la previsión meteorológica elaborada por los servicios especializados.

El fenómeno de una "Avalancha" y día, no se resuelve por casualidad. En algunas instancias y lugares prever con exactitud presenta un grado avanzado de incertidumbre pero las condiciones están relativamente bien identificadas y su perfeccionamiento en la predicción es motivo de un gran esfuerzo de los servicios de identificación y desarrollo.

### **La Escala de Riesgos en Particular**

La información difundida por el canal de los Boletines, "Nieve y Avalanchas" (BNA), no podría describir en su integridad la gran diversidad de mantos nivales, los boletines son

departamentales y su intención es entregar a los esquiadores particulares lo más representativo ubicado en las montañas de cada departamento de los Alpes, los Pirineos y Córcega.

Meteo-France, en efecto ha elegido trabajos a la escala de cada sector de montaña, lo que le permite entregar una información sintetizada.

El estado de la nieve con sus riesgos de avalancha serán descritos sobre las zonas del "Mont-Blanc", "Vanoise", "Oisans", por ejemplo, en la mayoría de los casos, las alternativas en función de la altitud, de la exposición y aún con la alternancia horaria.

Los Alpes, Pirineo, Córcega han sido divididos en una treintena de sectores o zonas donde el orden de magnitud es sólo de algunas centenas de Km<sup>2</sup>.

Estas informaciones son validadas sólo para fuera de las pistas señaladas y declaradas abiertas.

La intención de la "BNA" no es prohibir, ni autorizar la práctica en la montaña, pero si de proveer de elementos que al usuario le permitan apreciar una situación nivológica con el objeto que pueda adoptar su comportamiento a las condiciones de nieve y al riesgo previsto.

Antes de preparar una subida a la montaña, la enseñanza entregada por el boletín "Nieve y Avalancha" depende claramente de la experiencia y del conocimiento de las condiciones de la montaña que posee cada utilizador.

Es así, que en determinadas oportunidades, los esquiadores poco experimentados pueden recibir la sugerencia, anular un paseo, en cambio un esquiador experimentado puede llegar a convencerse de modificar o cambiar el itinerario proyectado.

Sobre el "terreno" la información extraída del boletín, es siempre útil pero no suficiente. Los conocimientos de nivología y la experiencia de usuario, van a jugar un rol determinante en la facultad de apreciación de la situación: Las condiciones observadas sobre el terreno son comparables con las anunciadas:

¿Cómo adaptar la información global contenida en un boletín a la particular topografía de su ubicación?

Después de una decena de años el objetivo de mejorar y sintetizar la información nivológica ha conducido a los servicios de riesgo de avalanchas a utilizar escalas de riesgo, las que vienen como complemento de los boletines.

A partir del invierno 1993/1994 una misma y sola escala se está empleando en todos los países del Arco Alpino y en los Pirineos.

Esta uniformidad se justifica por la cantidad incesante de esquiadores sin fronteras a los que se les debe proveer una información clara y fácilmente comprensible, cualquiera que sea su país de origen.

## **LA ESCALA EUROPEA DE RIESGO DE AVALANCHA**

### **El público Blanco**

Esta escala está principalmente destinada a los practicantes de montañismo y a los

Recordamos que algunas causas naturales y fortuitas pueden provocar sobrecarga; caídas de piedras o de cornisas, pasada de animales, etc.

### **Sobre las Partidas Espontáneas**

La expresión "en algunas situaciones", que aparece en la definición de los índices 3 y 4, significa que cada uno de estos dos índices describen las situaciones nivológicas que pueden o no pueden dar lugar a las partidas espontáneas de avalanchas. Esta posibilidad está indicada en el cuerpo del boletín.

#### **Lo que Describe los Índices**

##### ***El Riesgo 1 (débil)***

Describe una estabilidad del conjunto del manto de nieve satisfactoria.

Sólo algunas raras inestabilidades localizadas pueden estar presente en las pendientes empinadas particularmente propicias a la generación de avalanchas.

Se entiende para las pendientes de fuerte declive situadas principalmente muy vecinas a las cumbres y los pasos, donde el perfil es favorable a las rupturas del manto nival.

En esos sectores, el riesgo de desprendimiento, poco marcados, no es previsible sólo que esa sometido al efecto de fuertes sobrecargas.

La actividad avalanchosa "natural" no puede manifestarse de otra forma que de chorreos o de pequeñas avalanchas de débil extensión.

Igualmente en aquellas situaciones nivológicas favorables a la práctica del montañismo, porque el riesgo de avalancha es débil y muy localizado, las reglas de seguridad no pueden tratarse negligentemente.

##### ***El Riesgo 2 (límite)***

Describe los casos de inestabilidad poco marcado y localizado. Con la excepción de los sectores donde la exposición y la altitud están bastante bien precisados en el boletín, la estabilidad del manto de nieve es satisfactoria.

El riesgo de desprendimiento solamente concierne a un número reducido de pendientes.

No debe generalizarse la creencia que bajo los efectos de una fuerte sobrecarga, cuyo ejemplo más típico es aquel creado por esquiadores agrupados.

La eventual actividad avalanchosa espontánea está igualmente muy limitada, tanto en cantidad como en la importancia de los acontecimientos.

##### ***El Riesgo 3 (Marcado)***

La inestabilidad se agrava y se debe entender de que numerosas pendientes, cuyas características topográficas están generalmente indicadas en el boletín.

La inestabilidad es tal, que con débiles sobrecargas como en la pasada de un sólo esquiador, pueden servir para provocar un desprendimiento.

Se entiende por chorreos un escurrimiento de nieve muy débil, con consecuencias generalmente limitadas, salvo una configuración particular del terreno.

#### **b) Sobre el tipo de Desprendimiento.**

Para evitar todo tipo de confusión el término "desprendimiento" está reservado a los desprendimientos de avalanchas provocadas por los esquiadores o por otro tipo de practicante en motañismo.

El término "partida" es utilizado para las avalanchas que se desprenden espontáneamente, sin intervención humana.

Se utiliza igualmente en los boletines y en las guías que acompañan la escala, la expresión "actividad avalanchosa" se puede tener en cuenta en la cantidad y la importancia de las avalanchas "espontáneas".

#### **Sobre las Pendientes**

Las "pendientes empinadas" mencionadas en la descripción del índice (1) designan las pendientes particularmente propias, dado su declive, de la configuración y naturaleza del terreno, de la proximidad a las cumbres.

Las "pendientes suficientemente empinadas", designan aquellas pendientes suficientemente inclinadas para que las avalanchas se puedan formar y/o provocar en forma simple.

Recordemos que la mayoría de las avalanchas de placas, se producen donde la pendiente varía entre 30 y 45°.

Los términos "algunas" pendientes (2) numerosa a pendientes (3), la "mayor parte" de las pendientes (4) traducen la extensión de la inestabilidad, desde luego su localización en una parte mayoritaria de las pendientes. Las características de éstas pendientes generalmente son descritas en los boletines.

Así que cada vez que existe ésta probabilidad, las exposiciones, niveles de altitud, los horarios se precisan.

#### **Sobre las Sobrecargas**

La sobrecarga es el elemento que va a jugar el rol de detonador en el desprendimiento. Una fuerte sobrecarga es típicamente es aquella ejercida por los esquiadores en grupos, una débil sobrecarga es aquella que ejerce un sólo esquiador o por toda persona que se desplace a pie.

La noción de sobrecarga, debe ser estimada como una indicación relativa a la estabilidad. La sobrecarga ejercida depende de la manera de esquiar, esquiar en forma dulce o en ataque puede no tener el mismo efecto.

Ella debe ser interpretada en términos estáticos, porque está escrito que los desprendimientos son posible provocarlos "especialmente" por una fuerte sobrecarga (1 y 2) lo que significa que la mayoría de las avalanchas son de temer por fuerte sobrecarga, sin excluir algunos casos aislados, la posibilidad de ruptura, de placas por débil sobrecarga.

Este riesgo debe ser denominado "Marcado".

En lo que concierne al riesgo de partida espontánea, el índice 3 describe situaciones nivológicas muy diferentes.

Este riesgo puede variar entre los niveles débiles y marcados. La diferenciación aparece en el cuerpo del boletín.

En los casos, donde una actividad avalanchosa se pronostica, en ésta situación se debe traducir por un número restrictivo de avalancha de mediana importancia.

Sólamete una minoría de ellas puede abarcar una extensión lo suficientemente grande.

#### ***El Riesgo 4 (Fuerte)***

Introduce la noción de una generalización de una fuerte inestabilidad en la mayoría de las pendientes, cuyas características pueden ser ahora señaladas en el boletín.

En todos los sectores que les concierne ésta inestabilidad descrita en índice 4 es siempre fuerte y preocupante por los desprendimientos provocados, no es igual que para las partidas espontáneas.

En efecto, el riesgo 4 bajo éstas situaciones tiene alternativas muy diferentes donde éste riesgo puede variar entre los niveles débiles y fuertes.

Las precisiones se establecen en el cuerpo del boletín.

Un ejemplo típico de ésta situación, donde las partidas espontáneas son poco probables, se encuentran durante los inviernos con pocas nevadas y fríos. El débil espesor del manto nival, no es favorable a éste tipo de riesgos, aún cuando su estructura frágil se transforma particularmente sensible a sobrecargas impuestas por los esquiadores.

El Boletín puede mencionar un débil riesgo de partidas espontáneas

o ir hasta anunciar una fuerte actividad avalanchosa "natural", caracterizado por las numerosas avalanchas espontáneas, donde algunas son de gran amplitud.

#### ***El Riesgo 5 (Muy Fuerte)***

Se caracteriza por una muy fuerte inestabilidad del manto nival, episodios de grandes caídas de nieve, generalmente con viento, lo que provoca un aumento muy rápido del manto de nieve o recalentamientos muy bruscos e intensos acompañados de lluvia, digno de tomarse en cuenta en un manto de nieve poco evolucionado.

Con numerosas y grandes avalanchas, en la que alguna de ellas puede afectar zonas de débiles pendientes.

Quando se anuncia el riesgo 5, los boletines de "Nieve y Avalanchas" BNA, indican claramente el siguiente aviso: "Aviso de un muy fuerte riesgo de Avalancha".



Cualquiera de éstas situaciones indicadas por el riesgo 5, puede presentar un carácter de extrema gravedad confirmada.

En ésta situación de avalanchas de gran amplitud, se pueden desprender y tener muy graves consecuencias, tanto sobre los humanos, como sobre los materiales.

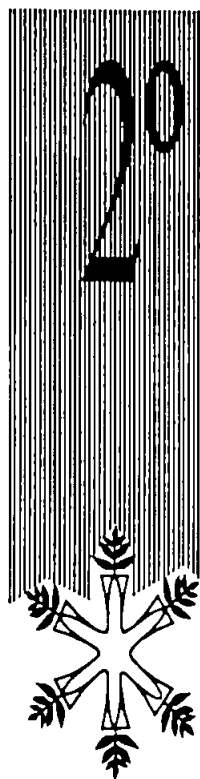
Algunas de ellas pueden seguir trayectorias inhabituales.

La característica particularmente preocupante, vía excepción de una situación, se prevé cuando se emite un boletín especial que es emitido y destinado exclusivamente a los servicios gubernamentales.

En esos casos, la información destinada al público es asegurada por el canal de "Comunicado de Prensa".

En el pasado, en las condiciones observadas en Febrero de 1990 en Saboya, en Enero de 1986 en los Pirineos, en Febrero de 1984 y en Enero de 1981 sobre los Alpes del Norte o todavía en Enero y Febrero de 1978 sobre una gran parte de Los Alpes y de los Pirineos, han sido utilizados como referencia, dado su carácter excepcional.

Bibliografía: "Escala Europea, Edmond Pahant, Neige e Avalanchs N° 63. Septiembre de 1993".



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**BENEFICIOS DEL PRONOSTICO  
DE ALTA MONTAÑA**

**ANDRES ORTEGA G.**  
METEOROLOGO

Dirección General de Aeronáutica Civil  
DIRECCION METEREOLÓGICA DE CHILE

## BENEFICIOS DEL PRONOSTICO DE ALTA MONTAÑA.

### *I.- Introducción*

La meteorología al igual que otras ciencias empíricas, ha logrado durante los últimos 30 años considerables avances, que se han producido con la puesta en órbita de los satélites meteorológicos y la utilización de los supercomputadores en la modelación numérica del comportamiento de la atmósfera y los de interacción océano-atmósfera. Esta moderna tecnología permitió desarrollar, implementar e incorporar nuevas técnicas al estudio climático y meteorológico de atmósfera. Estas nuevas técnicas son incorporadas rápidamente por la meteorología operativa o de pronósticos, pues estas dan solución al problema- evolución de la condición meteorológica en el corto plazo o pronóstico superior a 24 horas, es decir, posibilita predecir el tiempo atmosférico hasta con 5 días de anticipación y con un porcentaje de acierto que oscila entre un 75% a 90%.

Estas nuevas técnicas comienzan a ser utilizadas en nuestro país a partir de la década de los ochenta, período en el cual la Dirección Meteorológica de Chile, realiza inversiones en equipamiento y capacitación de personal, que nos permiten acceder a los productos básicos entregados por los satélites meteorológicos y los grandes centros de la predicción numérica mundial. Esta modernización que sufre la Dirección Meteorológica de Chile, permite diversificar el producto clásico "Pronóstico público" a otros más específicos como es el "Pronóstico meteorológico de Alta Montaña".

Hoy en día, la actividad económica en la cordillera de los Andes, se desarrolla en la explotación de yacimientos cupríferos y auríferos, en el turismo y la comercialización de bienes a través de los pasos fronterizos. Cabe entonces preguntarse si un buen pronóstico meteorológico de alta montaña puede afectar la rentabilidad de estas actividades económicas.

El presente trabajo, tiene la categoría de exploratorio, pretende determinar cualitativamente los beneficios o costos que provocaría al país la implantación de un proyecto que ingresará al mercado de los pronósticos de alta montaña.

### **II.-Marco Teórico**

La ejecución de todo proyecto debe estar fundamentada en la factibilidad técnica, económica y legal. La herramienta que permite decidir si la implantación de un proyecto es conveniente para el país, en su conjunto, se denomina "evaluación social de proyectos" y pretende medir cuán mejor estaría el país con el proyecto versus la situación actual optimizada o situación sin proyecto, es decir, corresponde a una evaluación económica del punto de vista de la sociedad en su totalidad.

El bienestar de un país es difícil de medir, hay variables que no se pueden cuantificar. Sin embargo, existe mayor bienestar si disponemos de bienes y servicios que satisfagan nuestras

bienestar social en una función que depende de la disponibilidad de bienes y servicios y de la distribución del ingreso.

Las variaciones en la disponibilidad de bienes y servicios, provoca efectos reales, que pueden ser identificados, cuantificados y valorados a través de un análisis económico, en los mercados pertinentes, de la oferta y demanda.

***Los efectos reales se pueden clasificar en:***

- Efectos
  - Directos
    - Primarios
    - Secundarios
  - Indirectos
  - Externalidades
  - Intangibles

***Estos se pueden definir como:***

- Beneficios directos : Valor social de los bienes que produce el proyecto.
- Costos directos : Costo social del insumo que consume el proyecto.
- Efectos secundarios : Se observan en mercados que utilizan como insumo el bien que produce el proyecto o en los insumos utilizados por otros productos del bien.
- Efectos Indirectos : Ocurren cuando los bienes que produce el proyecto tienen sustitutos o complementarios.
- Externalidades : Efectos sobre otras actividades a consecuencia de la actividad misma del proyecto.
- Intangibles : La que no podemos valorar.

**III.-Desarrollo**

Se pretende determinar, cuantificar y encontrar una expresión matemática que permita valorar los efectos que provoca el proyecto "Pronóstico meteorológico de alta montaña" en los siguientes mercados, bajo condiciones de competencia perfecta

- 1.- Mercado de los pronósticos meteorológicos de alta montaña.
- 2.- Mercado de los insumos necesarios para la producción del pronóstico meteorológico de alta montaña.
  - 2.1.- Mercado de los insumos transables.
  - 2.2.- Mercado de los insumos domésticos.

3.- Mercado que utilizan como insumo al pronóstico meteorológico de alta montaña.

4.- Mercado de los insumos que utilizan los otros oferentes para producir pronóstico de alta montaña.

El comportamiento dinámico de la atmósfera, hace prácticamente imposible utilizar algún otro medio empírico o tecnología que reemplace al pronóstico hoy en día, es decir, no existe un bien sustituto.

El pronóstico es el producto final de un completo y acucioso trabajo de análisis e interpretación de un conjunto de información meteorológica, que lo hace autosustentable, es decir, no tiene bienes complementarios.

La externalidad es un efecto que se produce a un tercero, producto del consumo o de la producción y puede ser bueno o malo. Son personas distintas al productor o consumidor y no pueden evitar este efecto.

Los intangibles asociados a este proyecto pueden estar asociados a mantener poblada una región fronteriza, es decir, existe una razón de tipo estratégica.

En los gráficos que se muestran a continuación, es posible determinar los efectos que aparecen con la implantación del proyecto en análisis.

#### **V.- Conclusiones**

1.- El valor actual de los beneficios sociales netos del proyecto, corresponde a la actualización de los flujos pertinentes aportados por el proyecto a la tasa de descuento social.

$$EF \text{ totales} = VSP - CSX + ES + EX$$

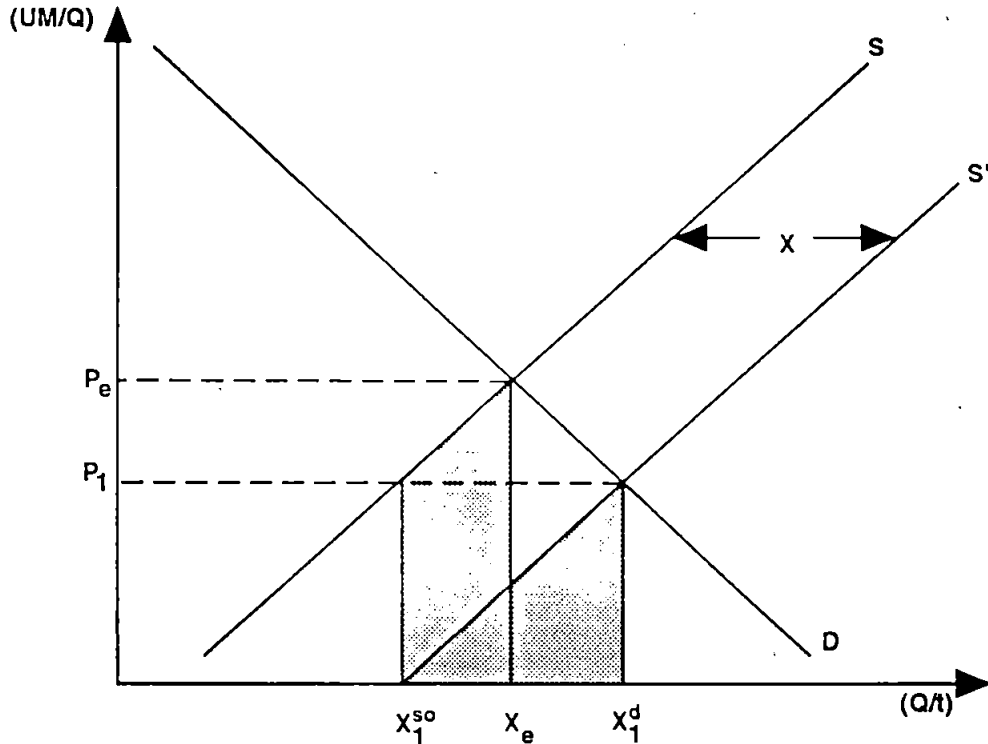
2.- Que el valor actual de los beneficios sociales netos de este proyecto sean positivos, dependerá fundamentalmente de la proporción relativa de los beneficios generados, en los mercados del producto y en los mercados relacionados, con respecto a los costos en que se incurre en los mercados de los insumos que utiliza el producto en su producción y las externalidades ocasionadas por la implantación del proyecto.

3.- Aún cuando el valor actual de los beneficios sociales netos sea negativo, deberíamos preguntarnos, si la valoración de los intangibles pesa tanto como pueda cambiar el signo Vabsn.

$$VABSN = VABSNT + VASBNint$$

4.- Profundizar en el tema mediante un estudio, que permita establecer y conocer exactamente las curvas reales de oferta y demanda, que presentan los mercados analizados en este trabajo exploratorio, de manera tal, que permita valorar los efectos ya determinados.

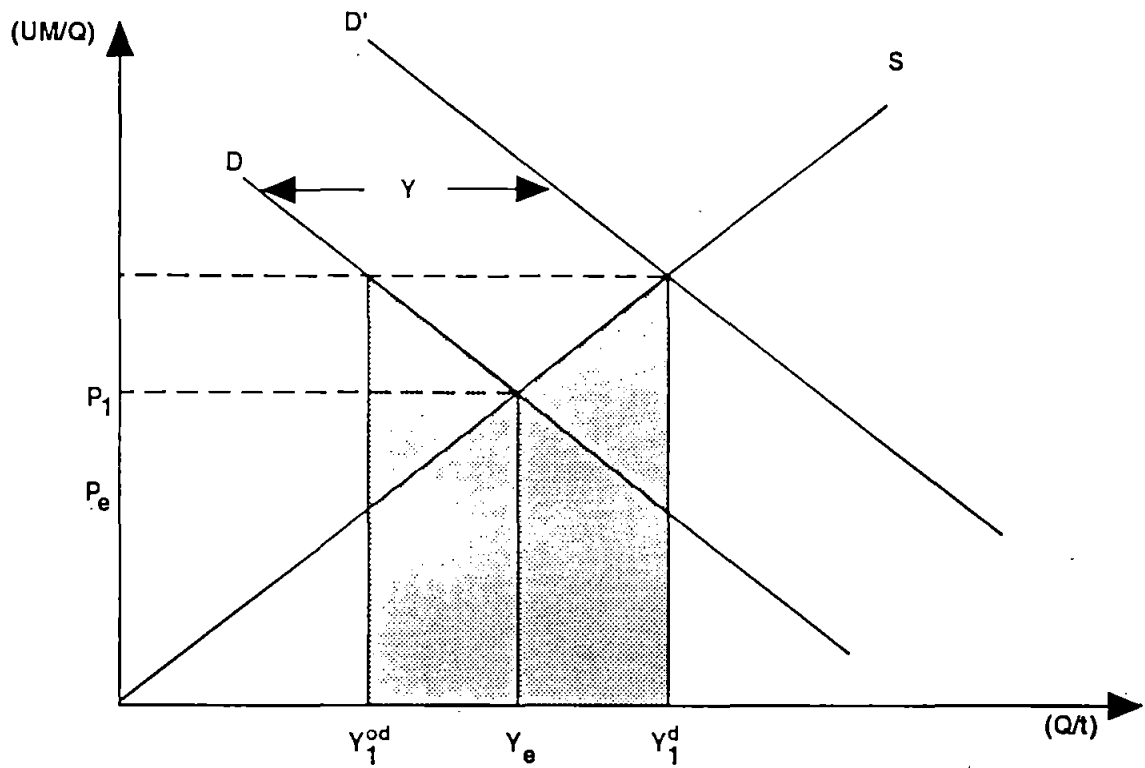
# MERCADO DEL PRONOSTICO METEOROLOGICO DE ALTA MONTAÑA



## ANALISIS EFECTOS REALES

EFECTOS	CUANTIFICACION	VALORACION
$P_d$ ↓ $P_s$ ↓ $X_{1so}$ ↓ Liberación recurso $X_{1d}$ ↑ Aumento consumo	$[X_e - X_{1so}]$ $[X_{1d} - X_e]$	$[X_e - X_1] \cdot (P_e + P_1)/2$ $[X_{1d} - X_e] \cdot (P_e + P_1)/2$

# MERCADO INSUMO NACIONAL



## ANALISIS EFECTOS REALES

EFFECTOS

CUANTIFICACION

VALORACION

P ↑

$Y_d$  ↑ Mayor recurso

$$[Y_1^d - Y_e]$$

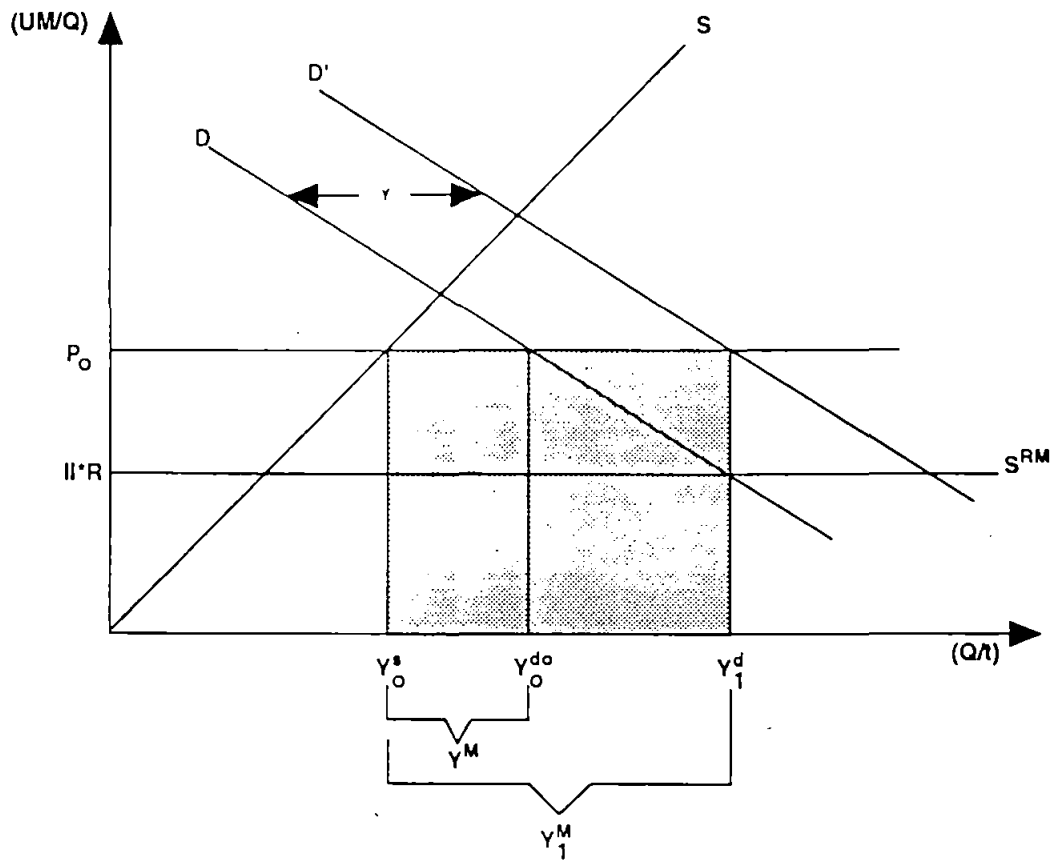
$$[Y_1^d - Y_e] * (P_e + P_1)/2$$

$Y_{do}$  ↓ Disminuye consumo

$$[Y_e - Y_{do}]$$

$$[Y_e - Y_{do}] * (P_e + P_1)/2$$

# MERCADO INSUMO INTERNACIONAL



EFFECTOS

CUANTIFICACION

VALORACION

P cte  
 Ys cte  
 Ydo cte

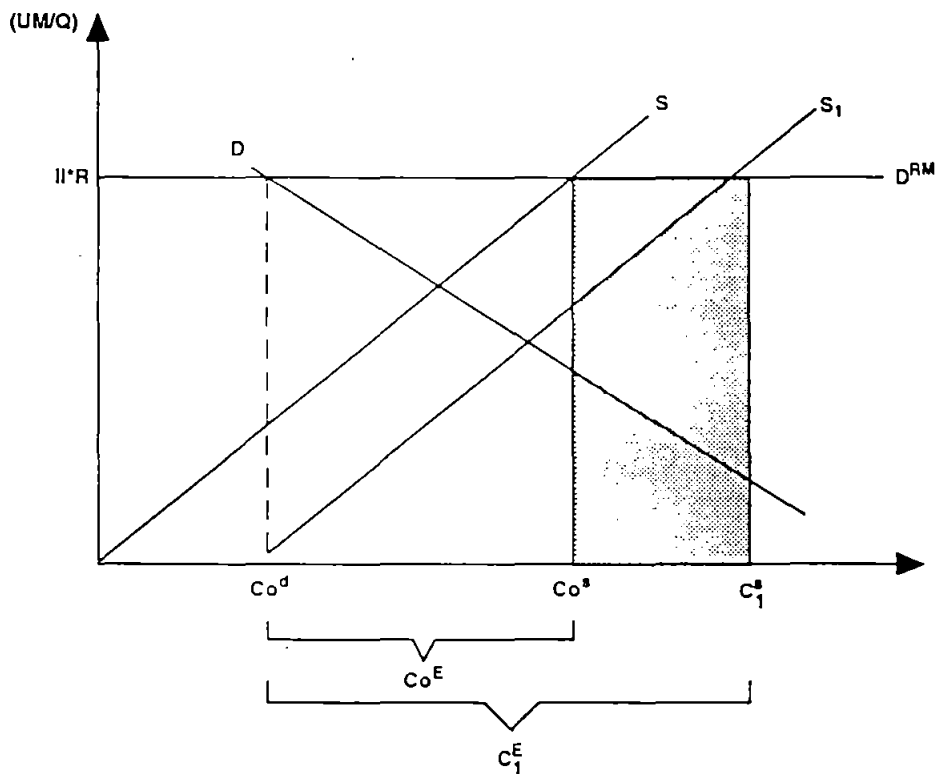
Ym ↑ Pérdida divisa

$$[Y1m - Ym] = Y$$

II\*R\*Y



# MERCADO DEL PRODUCTO QUE UTILIZA EL PRONOSTICO COMO INSUMO



EFFECTOS

CUANTIFICACION

VALORACION

S ↑ Pd cte

Cd cte

Cs ↑ Mayor recurso

Ce ↑ Ingreso divisa

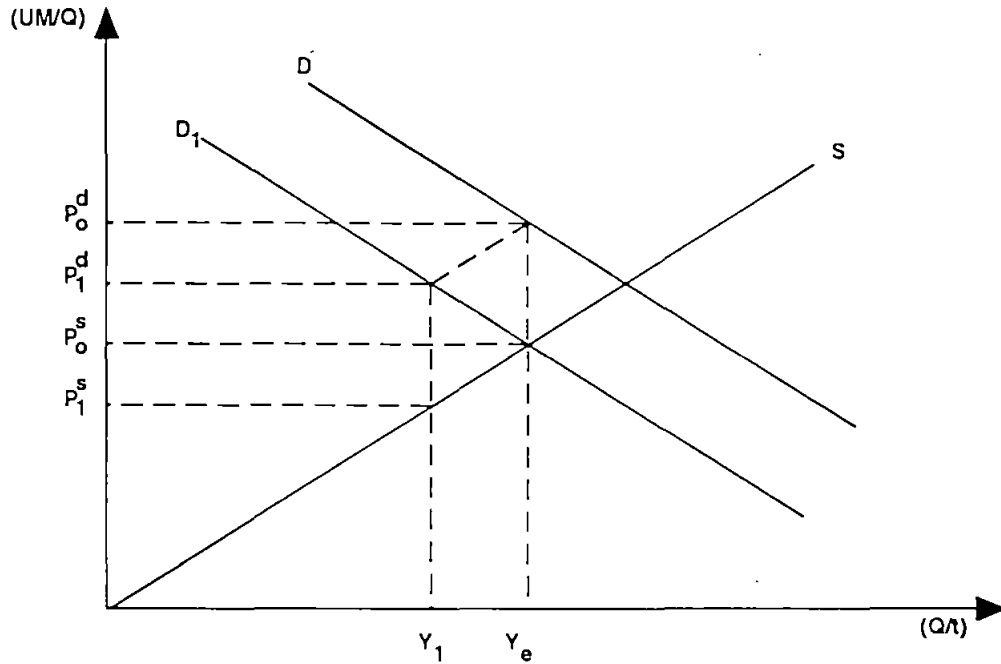
$(C1s - Cos)$

$(C1s - Cos)$

$(C1s - Cos) \cdot \bar{P}_s$

$(C1s - Cos) \cdot II^*R$

## MERCADO DE LOS INSUMOS UTILIZADOS POR OTROS



AL DISMINUIR LOS PRONOSTICOS DE OTROS → DISMINUYE LA DDA DE INSUMOS

**EFFECTOS**

**CUANTIFICACION**

**VALORACION**

$D_d \downarrow$   $P_d \downarrow$

$P_s \downarrow$

$Y_d \downarrow$  Menor consumo

$(Y_e - Y_1)$

$(Y_e - Y_1) * (P_{1d} + P_{od}) / 2$

$Y_s \downarrow$  Liberación recurso

$(Y_e - Y_1)$

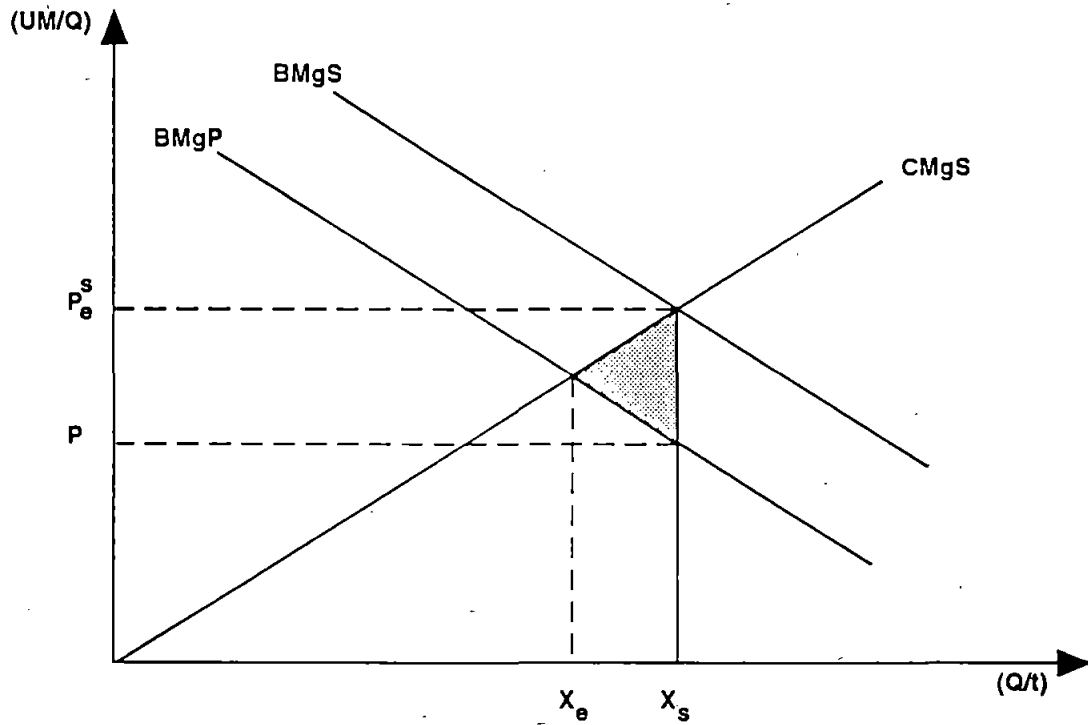
$(Y_e - Y_1) * (P_{1d} + P_{od}) / 2$

**ES =  $(Y_e - Y_1) * (P_s - P_d)$**

**$P_s < P_d$**

**ES < 0**

# EXTERNALIDAD



**COMO LA PRODUCCION DE EQUILIBRIO DIFIERE ENTRE LA PRIVADA Y SOCIAL SE ESTA INCURRIENDO EN UN COSTO SOCIAL, EQUIVALENTE AL AREA DE TRIANGULO "ABC"**

El comportamiento dinámico de la atmósfera, hace prácticamente imposible utilizar algún otro medio empírico o tecnología que reemplace al pronóstico hoy en día, es decir, no existe un bien sustituto.

El pronóstico es el producto final de un completo y acucioso trabajo de análisis e interpretación de un conjunto de información meteorológica, que lo hace autosustentable, es decir, no tiene bienes complementarios.

La externalidad es un efecto que se produce a un tercero, producto del consumo o de la producción y puede ser bueno o malo. Son personas distintas al productor o consumidor y no pueden evitar este efecto.

Los intangibles asociados a este proyecto pueden estar asociados a mantener poblada una región fronteriza, es decir, existe una razón de tipo estratégica.

En los gráficos que se muestran a continuación, es posible determinar los efectos que aparecen con la implantación del proyecto en análisis.

## V.- Conclusiones

1.- El valor actual de los beneficios sociales netos del proyecto, corresponde a la actualización de los flujos pertinentes aportados por el proyecto a la tasa de descuentos social.

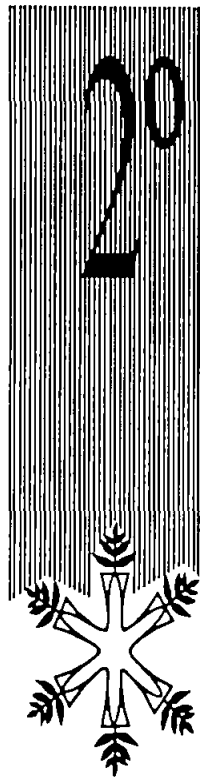
$$EF \text{ totales} = VSP - CSX + ES + EX$$

2.- Que el valor actual de los beneficios sociales netos de este proyecto sean positivos, dependerá fundamentalmente de la proporción relativa de los beneficios generados, en los mercados del producto y en los mercados relacionados, con respecto a los costos en que se incurre en los mercados de los insumos que utiliza el producto en su producción y las externalidades ocasionadas por la implantación del proyecto.

3.- Aún cuando el valor actual de los beneficios sociales netos sea negativo, deberíamos preguntarnos, si la valoración de los intangibles pesa tanto como pueda cambiar el signo  $Vab$

$$VABSN = VABSNt + VASBNint$$

4.- Profundizar en el tema mediante un estudio, que permita establecer y conocer exactamente las curvas reales de oferta y demanda, que presentan los mercados analizados en este trabajo exploratorio, de manera tal, que permita valorar los efectos ya determinados.



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**PLANIFICACION DE EMERGENCIAS  
INVERNALES EN CORDILLERA**

**MARCEL DIDIER**  
Jefe de Proyecto  
EMBALSE LOS LEONES  
CODELCO CHILE-DIVISION ANDINA

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



**PLANIFICACION DE EMERGENCIAS  
INVERNALES  
EN CORDILLERA**

MARCEL DIDIER  
Jefe de Proyecto  
EMBALSE LOS LEONES

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



PLANIFICAR :

ESTABLECER SISTEMAS

EMERGENCIA :

ACCIDENTE QUE SOBREVIENE

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



ESTABLECER SISTEMAS PARA ACTUAR MEDIANTE UN CONJUNTO DE ACCIONES SISTEMATICAS, TENDIENTES A EVITAR O REDUCIR LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES O ACONTECIMIENTOS NO DESEADOS QUE PUEDEN SOBREVENIR MIENTRAS DESARROLLAMOS ACTIVIDADES EN EL AMBIENTE PROPIO DE CORDILLERA.



CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



LOS ACCIDENTES SE PUEDEN TRADUCIR EN :

- LESIONES A LAS PERSONAS
- DAÑO A LA PROPIEDAD
- DETENCION DE LOS PROCESOS
- ETC.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



PRINCIPIO DE PREVENCION

- LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES PUEDEN SER IDENTIFICADAS ANTICIPADAMENTE, PERMITIENDO SU OPORTUNA ELIMINACION.
- BAJO ESTE CONCEPTO, LOS ACCIDENTES NO OCURREN PORQUE SI; SON CAUSADOS.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



- LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES ES UN SINTOMA INCUESTIONABLE DE UNA NECESIDAD DE CONTAR CON UN PROGRAMA DE CONTROL QUE PROVEA HERRAMIENTAS PARA UNA ACTUACION SISTEMATICA Y PERMANENTE FRENTE A LOS RIESGOS.
- DEBEMOS ACTUAR SOBRE LA EXISTENCIA DE ACTOS Y CONDICIONES SUBESTANDARES, LAS QUE PODEMOS IDENTIFICAR O RECONOCER A TRAVES DE LOS INCIDENTES O "AVISOS".

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



EL SISTEMA DE CONTROL DEL RIESGO NORMALMENTE SE REALIZA EN TRES ETAPAS:

ETAPA DE PREVENCION -

CONFORMA UN CONJUNTO DE MEDIDAS O ACCIONES ANTES DEL INCIDENTE.

ETAPA DE PROTECCION -

CONSTITUYE UN CONJUNTO DE MEDIDAS QUE SE PONEN EN FUNCION DURANTE LA OCURRENCIA DEL INCIDENTE.

ETAPA DE REDUCCION-

RECURSOS PARA REDUCIR LAS PERDIDAS DESPUES DE OCURRIDO EL ACCIDENTE

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



- DE NO USAR ESTA INFORMACION PARA PREVENIR O CONTROLAR FUTURAS PERDIDAS SE POSIBILITA SU REPETICION, LA QUE PUEDE VARIAR DE MENOR A CATASTROFICA.
- LA MEJOR OPCION QUE SE PUEDE TOMAR ES EVITAR POR TODOS LOS MEDIOS A NUESTRO ALCANCE QUE LA PERDIDA OCURRA, PARA LO CUAL, SE DEBEN INCORPORAR EN FORMA SISTEMATICA LAS ACCIONES DE CONTROL DEL RIESGO QUE EVITAN EL SUCESO DEL INCIDENTE.

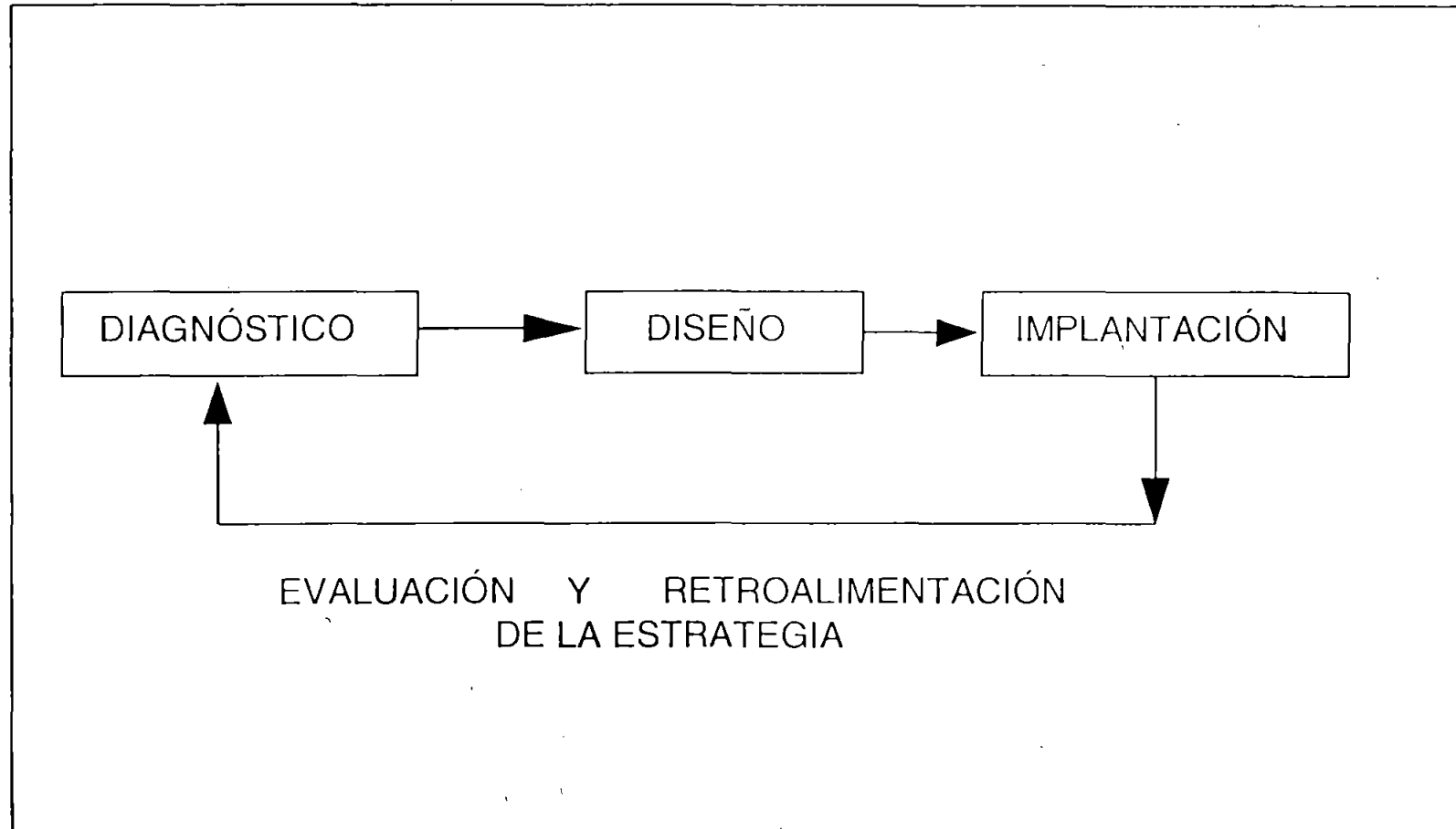
CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



PROCESO DE DIRECCION

- ¿QUE Y COMO SOMOS, ANTE QUE NOS ENCONTRAMOS?
- ¿QUE QUEREMOS ALCANZAR?
- ¿COMO ALCANZAR LO QUE PRETENDEMOS?
  
- DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL O PRESENTE.
- ELECCION DE LA SITUACION FUTURA QUE SE DESEA ALCANZAR.
- DISEÑO DEL CAMBIO NECESARIO.
- EJECUCION O IMPLANTACION DE LAS ACCIONES O ESTRATEGIAS DETERMINADAS PARA EL CAMBIO.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿QUE SOMOS?

- SOMOS UNA EMPRESA MINERA CUYA MISION ES CONTRIBUIR A MAXIMIZAR LA GENERACIÓN DE EXCEDENTES DE CODELCO, EN UNA PERSPECTIVA DE LARGO PLAZO, PROPORCIONANDO AL MERCADO MUNDIAL NUESTROS PRODUCTOS MINERALES, COMPETITIVOS EN CALIDAD Y COSTO.



CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿ANTE QUÉ NOS ENCONTRAMOS?

EL YACIMIENTO Y LAS INSTALACIONES SE ENCUENTRAN UBICADOS EN PLENA CORDILLERA DE LOS ANDES, A LO LARGO DEL CAJÓN DEL RIO BLANCO, EN UNA LONGITUD APROXIMADA DE 40 KM. Y A COTAS COMPRENDIDAS ENTRE LOS 1.500 Y LOS 4.200 M.S.N.M.

LAS LADERAS QUE CONFIGURAN EL CAJÓN SON MUY EMPINADAS Y TIENEN GRANDES ZONAS DE ACUMULACIÓN DE NIEVE, LAS QUE SE DESCARGAN CONTINUAMENTE DURANTE EL PERIODO INVERNAL EN FORMAS DE AVALANCHAS QUE AFECTAN EL CAMINO Y OTRAS INSTALACIONES EXPUESTAS.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿ANTE QUÉ NOS ENCONTRAMOS? (2)

PARA ACCEDER A LA ZONA EXTRACTIVA O AREA INDUSTRIAL SE CUENTA CON UN UNICO Y SINUOSO CAMINO DE DOBLE VIA Y CARPETA DE SUELO QUE SERPENTEA EN FORMA ASCENDENTE POR EL ESTRECHO CAJON CON UNA PENDIENTE MEDIA DE 4% Y PENDIENTE MAXIMA DE 18%.

EL CLIMA EN LA ZONA CORRESPONDE A UN CLIMA MEDITERRANEO EL QUE ESTA EN EL LIMITE DE LAS LLUVIAS PRODUCIDAS POR PASOS DE SISTEMAS FRONTALES Y LA PRECIPITACION SE CARACTERIZA POR PRESENTAR UNA GRAN VARIABILIDAD TANTO DE UN TEMPORAL A OTRO COMO DE UN AÑO A OTRO, REGIDO PRINCIPALMENTE POR LOS DESPLAZAMIENTOS DEL ANTICICLON DEL PACIFICO QUE FINALMENTE CONDICIONA EL COMPORTAMIENTO METEOROLOGICO.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿ANTE QUE NOS ENCONTRAMOS? (3)

LA PRECIPITACION NORMAL REGISTRADA A 2.760 M.S.N.M. ES DE 827 MM. ANUALES.

LA ALTURA MEDIA DE NIEVE ACUMULADA MEDIDA HORARIAMENTE ES DE 980 CM. ANUALES.

EL VALOR MEDIO DEL ESPESOR DE NIEVE PARA EL PERIODO INVERNAL ES DE 130 CM.

LA TEMPERATURA MEDIA ANUAL ES DE 6,2°C.

LA HUMEDAD RELATIVA MEDIA ANUAL ES DE 42%.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿QUE QUEREMOS LOGRAR?

MAXIMIZAR LA SEGURIDAD DE TODO EL SISTEMA PRODUCTIVO.

ASEGURAR LA CONTINUIDAD DE LOS PROCESOS EN LAS DISTINTAS AREAS,  
REDUCIENDO LAS DETENCIONES NO PROGRAMADAS.

LOGRAR LA PROTECCION DEL RECURSO HUMANO DE MANERA QUE EL  
INDICE DE FRECUENCIA ALCANCE VALORES INFERIORES A 5.

REDUCIR LAS PERDIDAS DERIVADAS DE ACCIDENTES A LAS INSTALACIONES,  
EQUIPOS Y MATERIALES.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



¿COMO ALCANZAR LO QUE PRETENDEMOS?

ETAPAS DE PREVENCION:

- CAPACITACION DEL PERSONAL QUE TRABAJA EN EL AREA.
- ABASTECIMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS.
- HABILITACION DE REFUGIOS Y LUGARES DE RECREACION.
- ELEMENTOS ESPECIFICOS DE SEGURIDAD Y VESTUARIO.
- EQUIPAMIENTO DE VEHICULOS.
- ORGANIZACION DE OPERACION INVERNAL.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



CAPACITACION

DAR A CONOCER Y PREPARAR EL PERSONAL QUE LABORE EN EL AREA RESPECTO DE LOS RIESGOS A QUE PODRIA VERSE ENFRENTADO Y LA FORMA ADECUADA DE SOBRELLEVARLOS.

LOS AGENTES GENERADORES DEL RIESGO SERAN LA NIEVE, EL HIELO Y LA ALTURA, LOS QUE SE MANIFIESTAN DE DISTINTAS FORMAS.

LA CAPACITACION SE ENTREGA A TRAVES DE CHARLAS, MANUALES, VOLANTES, AFICHES, VIDEOS, ETC.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



CAPACITACION

TEMAS MAS DIFUNDIDOS

- PELIGROS DE LA MONTAÑA INVERNAL.
- CONDUCTAS Y FORMAS DE PROCEDER.
- PREPARACION DE VEHICULOS.
- SUPERVIVENCIA EN AVALANCHAS.
- CONDUCCION EN NIEVE.
- ESTADOS DE ALERTA.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



ABASTECIMIENTO

PREVIO AL PERIODO INVERNAL LAS AREAS SE ABASTECEN DE TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS EN UN STOCK PREDEFINIDO PARA CUBRIR POSIBLES PERIODOS DE AISLAMIENTO POR CIERRES DE CAMINOS.

ENTRE OTROS:

- COMBUSTIBLES
- EXPLOSIVOS
- ALIMENTOS
- MEDICAMENTOS
- REACTIVOS
- REPUESTOS
- ETC.



CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



REFUGIOS

SE REVISAN Y PREPARAN LOS LUGARES DESTINADOS A HABITACION Y RECREACION DEL PERSONAL QUE DEBERA PERMANECER EN EL AREA, QUIENES ESTARAN SOMETIDOS A ALTAS EXIGENCIAS DE TRABAJO.

TODO REFUGIO CONSIDERA UNA CLINICA CON PROFESIONALES Y MEDICAMENTOS EN CANTIDADES Y SURTIDOS NECESARIOS PARA ATENDER ENFERMEDADES O ACCIDENTES.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y VESTUARIO

AL PERSONAL QUE TRABAJARA EN CONDICIONES EXTREMAS, SE LE PROPORCIONARA LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD Y VESTUARIO ADECUADOS A ESTA CONDICION.

ENTRE OTROS:

- GUANTES TERMICOS
- ZAPATOS DE SEGURIDAD TERMICOS
- TRAJES TERMICOS Y DE AGUA
- ANTEOJOS PARA SOL
- ARVAS
- PROTECTORES FACIALES
- OTROS.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



EQUIPAMIENTO DE VEHICULOS

PREVIO AL INICIO DE LA EPOCA INVERNAL, TODOS LOS VEHICULOS SE IMPLEMENTAN CON EL SIGUIENTE EQUIPAMIENTO:

- 3 CADENAS PARA NIEVE
- 6 TENSORES
- 1 PALA
- 1 LINTERNA
- 1 BOTIQUIN

ADEMAS SE VERIFICA EL BUEN FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS DE :

- CALEFACCION
- LIMPIA PARABRISAS
- DESCONGELADOR.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



ORGANIZACION DE OPERACION INVIERNO

SE DEFINE E IMPLEMENTA UNA ORGANIZACION "OPERACION INVIERNO",  
COMPUESTA POR DOS AREAS QUE SE COMPLEMENTAN MUTUAMENTE.

- NIVOMETEOROLOGIA
- OPERACIONES.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



NIVOMETEOROLOGIA

ESTA DOTADA DE PERSONAL Y EQUIPAMIENTO NECESARIO PARA DETECTAR VARIACIONES METEOROLOGICAS CON LA NECESARIA ANTELACION, PARA ADOPTAR EN FORMA OPORTUNA MEDIDAS QUE INVOLUCRAN LA OPERACION.

TAMBIEN, SE ENCARGA DEL ANALISIS DE LA ESTABILIDAD DEL MANTO NIVOSO, ESTIMANDO EL MOMENTO Y CIRCUNSTANCIAS EN QUE SE PUEDA PRODUCIR UNA AVALANCHA.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



MEDIDAS Y OBSERVACIONES DURANTE TEMPORAL

- CANTIDAD DE NIEVE NUEVA
- HORAS DE PRECIPITACION
- PRECIPITACION
- TIPO DE CRISTAL PREDOMINANTE
- DENSIDAD
- ESTIMACION DE REDISTRIBUCION POR VIENTO
- ESTABILIDAD DEL ESTRATO DE NIEVE NUEVA
- CARGA DE NIEVE ACUMULADA
- ASENTAMIENTO DEL MANTO DE NIEVE.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



MEDICIONES Y OBSERVACIONES POST TEMPORAL

- CARACTERISTICA Y GRADO DE METAMORFISMO
- VARIACIONES EN LA SUPERFICIE DEL MANTO
- REDISTRIBUCION DE NIEVE POR VIENTO
- ASENTAMIENTO DEL MANTO DE NIEVE
- RESISTENCIA DE LOS DISTINTOS ESTRATOS
- DETENCION DE SUPERFICIE DE DESLIZAMIENTO.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



OPERACIONES

SE ENCARGA DEL CONTROL DE LAS ACTIVIDADES EN SUPERFICIE Y DE LA OPERACION DEL CAMINO INDUSTRIAL.

CUENTA CON:

- PLANES PREDEFINIDOS DE CONTROL DE INGRESO DE VEHICULOS AL AREA INDUSTRIAL.
- PUESTOS DE CONTROL DE TRANSITO (MOVILES).
- EQUIPOS TANTO PARA LA M/R DEL CAMINO, COMO PARA LA FAENA DE DESPEJE DE NIEVE.



CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



SISTEMA DE ALERTAS

SE HA DEFINIDO UN CONJUNTO DE MEDIDAS QUE SE APLICAN PARA EL RESGUARDO DE LA SEGURIDAD DE LAS PERSONAS Y DE LOS BIENES CUANDO EL RIESGO AUMENTA.

DICE RELACION CON RESTRICCIONES Y CIERRE DEL AREA SUPERFICIE.

CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



COMUNICACIONES

PARA COMUNICAR A LOS USUARIOS SOBRE LAS RESTRICCIONES  
DECRETADAS, BOLETINES METEOROLOGICOS Y OTROS, SE CUENTA CON  
LA SIGUIENTE INFRAESTRUCTURA:

- EQUIPOS DE RADIO
- CONTESTADOR TELEFONICO
- FACSIMIL
- CORREO ELECTRONICO
- LETREROS
- SEMAFOROS

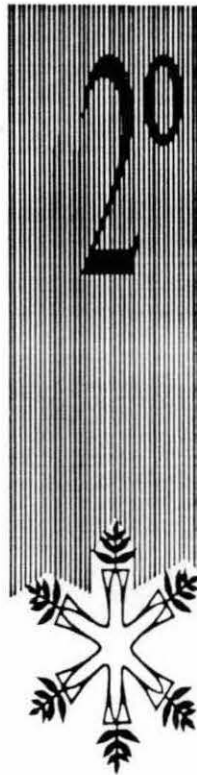
CODELCO CHILE  
DIVISION ANDINA



ETAPA DE REDUCCION

PARA REDUCIR LAS PERDIDAS EN CASO DE OCURRIR UN ACCIDENTE, SE CUENTA CON UNA PATRULLA DE RESCATE COMPUESTA POR 36 VOLUNTARIOS ALTAMENTE ENTRENADOS Y EQUIPADOS CON LOS ELEMENTOS NECESARIOS PARA DESPLAZARSE, UBICAR, RESCATAR Y ENTREGAR PRIMEROS AUXILIOS A LAS PERSONAS ATRAPADAS.

SE CUENTA, ADEMAS, CON UN PLAN DE ACTUACION EN CASO DE EMERGENCIAS.



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**IDENTIFICACION DE ZONAS  
DE AVALANCHAS**

**RENE E. LEON GALLARDO**  
GERENCIA DE OPERACIONES  
Unidad de Infraestructura y Servicios Minas  
CODELCO CHILE-DIVISION ANDINA

## IDENTIFICACION DE ZONAS DE AVALANCHAS

RENE E. LEON GALLARDO (\*)

### 1.- INTRODUCCION

Muchas áreas ubicadas en zonas montañosas, en la cordillera de los Andes, son propensas a generar avalanchas que causan muerte y destrucción entre quienes se aventuran a invadir su ámbito en pos de sus riquezas o de su imponente belleza. Cada vez, con mayor frecuencia, el azote blanco deja una importante secuela de muerte

y destrucción en casi todos los continentes.

Quienes pretendiesen incursionar o invertir en áreas de montaña, proyectando centros de ski, explotaciones mineras u otras instalaciones, deberían saber reconocer los sitios de potencial riesgo, a fin de evitar pérdidas de vidas y de bienes.

Conocer las zonas libres de avalanchas para la erección de instalaciones, no es una preocupación reciente. De hecho, ya a mediados del siglo XVIII, cuando el comercio entre las provincias de Cuyo y Chile llegó a hacerse intenso por el camino de la cordillera, entre Santa Rosa de los Andes y Mendoza, el Gobernador de la época, don Antonio Guill y Gonzaga, ordenó en 1763, al ingeniero Juan Garland, la ubicación de lugares libres de riesgo a fin de levantar casuchas de cal y ladrillo, " en proporcionadas distancias del camino nevado". Estas casuchas estaban destinadas al albergue y protección de los correos que transportaban la correspondencia entre ambas bandas de la cordillera como también a los viajeros importantes que ocupaban dicha ruta cordillerana. La construcción de estas instalaciones fue confiada a don Ambrosio O'higgins.

Garland, determinó la ubicación de estas edificaciones en Juncal, Alto de la laguna, Llano de la Calavera, La Cumbre, Las Cuevas, Los Puquios y Punta de Vacas. Nunca, en más de doscientos años, dichas casuchas fueron afectadas por avalanchas. En lado chileno, sólo la mano del hombre consiguió demolerlas.

Posteriormente, dos visionarios chilenos: Juan y Mateo Clark Torres, construían el Telégrafo Transandino, en 1872. Con esta línea unían telegráficamente Chile y Argentina, Durante las exploraciones realizadas determinaron que, dado el riesgo que la nieve ofrecía para el tendido aéreo, la línea sería subterránea a partir de Río Blanco. Demás está decir que, salvo raras excepciones, las comunicaciones fueron expeditas y seguras por largos años.

Años después los mismos empresarios iniciaron la construcción del Ferrocarril Transandino (1889 - 1910), que unía las ciudades ya mencionadas. Sus realizadores se percataron que uno de los grandes problemas para la vía eran la nieve y las avalanchas, Para ello levantaron (appx. 1885-1895) una carta escala 1 : 100.000 que abarcando la zona comprendida entre Santa Rosa de los Andes y Mendoza, muestra todas las sendas de avalanchas que se habían ya detectado a lo largo del trazado de la vía. Esta carta, es tal vez, el primer mapa de avalanchas de Chile y Argentina.

Al término de estos estudios , una vez arruinados los Clark por las revoluciones argentina y chilena y sus consecuencias económicas, el Gobierno tomó la construcción del resto del Ferrocarril eligiéndose el trazado que hasta ahora subsiste erigiendo 28 túneles y cobertizos para salvar las principales avalanchas que afectan la vía.

El proyecto de los Clark , en cambio, consultaba el túnel de 17,5 km. que, saliendo desde Juncal llegaba a Las Leñas, evitando la acción de las avalanchas. El tiempo les dio la razón. Hoy, los esfuerzos de nuestros dos países se unen para enfrentar el desafío de construir un túnel rodoviario que asegure la comunicación entre ambas naciones eludiendo, en gran parte, los riesgos inherentes a la nieve .

## 2.- LA NECESIDAD DE IDENTIFICAR Y EVALUAR ZONAS DE AVALANCHAS

Las fuerzas generadas por avalanchas de tamaño moderado o grande , pueden dañar o destruir las mayoría de las estructuras , hechas por el hombre, Se debe agregar, que, aún las avalanchas pequeñas son suficientes para bloquear una carretera, ferrocarril o para volcar o destruir un vehículo o para causar pérdidas de vida. Las avalanchas siempre han estado presentes en la montaña. No así el hombre que debe adecuarse a ella. Cualquiera que proyecte nuevas instalaciones o la expansión o reubicación de otras antiguas, deberá evitar los lugares propensos a ser afectados, para proteger vidas y evitar daños a la propiedad.

Para lograr lo planteado, se debe estar capacitado para reconocer estas áreas de riesgo. Demás está decir que la manera más confiable de localizar zonas de avalanchas, es estudiar registros históricos de eventos anteriores (cuando estén disponibles). Tales registros están disponibles en muchos países europeos (aún desde el siglo XV). Algunas zonas de Canadá y Estados Unidos poseen buenos registros de antiguos eventos. Nuestro país no está ajeno a ello, y, es así, como se han descubierto accidentes (en especial en medio de la prensa de la época) por avalanchas que se remontan al siglo XIX. Sin ir más lejos, existen antiguos de avalanchas ocurridas en el Cajón del Río Blanco, Disputada de Las Condes, Ferrocarril Transandino, etc.

En otros sitios, se está iniciando la recopilación de antecedentes.

Generalmente, la información sobre la ubicación, frecuencia o severidad de la actividad de avalanchas, falta cuando se consideran nuevas áreas para la construcción de carreteras, centros invernales, operaciones mineras o urbanización de zonas de montaña. Sin un buen registro de los eventos pasados, la mejor alternativa es saber que información está disponible, examinar el área, hacer una carta que considere todas las sendas reconocibles, entrevistar a antiguos residentes, estimar la frecuencia e intensidad de las avalanchas y, si es posible, iniciar un registro de su ocurrencia.

### 3.- TERMINOLOGIA Y CONSIDERACIONES GENERALES

Un área de avalanchas es un lugar con una o más sendas de avalanchas . El término **senda de avalancha** define el área específica en que una avalancha se mueve. La **senda completa** está compuesta de :

- Zona de origen o de inicio
- Zona intermedia o de transición
- Zona de depósito o de derrame

#### 3.1.- LA ZONA DE ORIGEN :

La zona de origen se refiere al punto o área superior donde se produce la fractura del manto que da origen al movimiento de la masa de nieve. En la mayor parte de los casos, esta zona no tiene más de 100 metros de largo.

Por lo general, la pendiente de esta zona está entre los 30º y los 45º , usualmente, no acumulan bastante nieve como para producir grandes avalanchas, excepto en climas marítimos donde los cristales húmedos y fuertemente escarchados pueden adherirse a paredes de hasta 55º.

Estas situaciones son comunes en las costas de Alaska y del sur austral de Chile. Por otro lado, se pueden iniciar avalanchas den laderas de pendiente inferior a 30º si la nieve es altamente inestable como resultado de condiciones no usuales de fuertes nevazones , alto contenido de agua libre calores prolongados (isoterma 0ºC muy alta) o condiciones de fuerte viento.

Se debe considerar también, que la forma de la pendiente , en la zona de origen , es muy importante, ya que afecta el mecanismo de desprendimiento, Si la ladera es cóncava , se desarrollan esfuerzos longitudinales por efecto de la reptación del manto nivoso, los que son más difíciles de vencer que los esfuerzos de tensión que se desarrollan en formas convexas.

Es de considerar que, las avalanchas no están restringidas terrenos con características específicas. Por el contrario, pueden originarse y fluir en gargantas y quebradas estrechas en parte en toda su extensión ; pueden ocurrir en laderas amplias , abiertas y de pendiente uniforme o aún en riscos o picachos. El perfil longitudinal de una senda de avalancha puede ser cóncavo, convexo o escalonado. En sendas de perfil escalonado, pueden originarse pequeñas avalanchas de uno a otro banco y, en grandes nevadaslo harán en toda su extensión.

Una clasificación de pendientes, no puede ser aplicable a todas las cadenas montañosas ya que las condiciones climatológicas y meteorológicas que determinan los factores que participan en el desprendimiento de las avalanchas, difieren considerablemente de un lugar a otro, por su latitud, altitud, exposición al sol, exposición al viento, etc.

De este modo, en los países del arco alpino: Suiza, Francia, Italia, Austria, es frecuente la formación de avalanchas a cotas tan bajas como 1.500 a 2.000 m., mientras que en la zona central de Chile esto sucede a cotas cercanas a los 3.000 o 4.000 m, Tal vez, condiciones similares a las europeas podrían darse en la parte sur austral de nuestro país.

En el Cajón del Río Blanco, la pendiente media en la zona de origen para 42 sendas analizadas, es de  $40^{\circ}$ . En la vecina localidad de Las Cuevas, Provincia de Mendoza, República Argentina, la pendiente media para 13 sendas de avalanchas analizadas, es de  $36,8^{\circ}$ . Por otro lado, en Disputada de Las Condes, la pendiente media para la zona de origen de 85 sendas, alcanza a  $38,8^{\circ}$ .

### 3.2.- LA ZONA INTERMEDIA:

Es aquella en que el flujo o movimiento es independiente de la iniciación. La velocidad de la avalancha, en este tramo, puede ser creciente, uniforme o decreciente, Una vez que ha pasado la avalancha, no queda visible ningún depósito de nieve de avalancha, con la sola excepción de aquella nieve retenida por la rugosidad del terreno (v.g, en quebradas estrechas)

Es la zona comprendida entre la zona de origen y de depósito. Es el tramo de la senda que encausa o guía a la masa de nieve que se desplaza desde la zona superior. Esta zona puede estar confinada por los flancos de la senda o puede estar en una ladera abierta, no confinada. En este tramo, las avalanchas de nieve polvo alcanzan de máxima velocidad. Si esta zona es confinada, ello es factor de reducción importante de la velocidad de las avalanchas de flujo o de nieve húmeda.

En los Alpes, esta zona posee generalmente un gradiente de  $20^{\circ}$  a  $30^{\circ}$ . En los Rocallosos, la gradiente varía de  $25^{\circ}$  a  $35^{\circ}$ . En el cajón del Río Blanco, en el tramo analizados, se obtiene una pendiente media de  $36,6^{\circ}$ . En la localidad de Las Cuevas, el valor es de  $31,9^{\circ}$ . En cambio el valor obtenido en Disputada de las Condes, da  $36,2^{\circ}$ .

### 3.3.- LA ZONA DE DEPOSITO:

Es aquella en que la avalancha se detiene al perder su energía cinética por la fricción del suelo, produciendo un depósito natural. Esta zona puede presentar una amplia gama de ángulos. incluso una pendiente invertida.



El límite de la zona de depósito, varía considerablemente entre una y otra avalancha en la misma senda. Para un avalancha de nieve polvo, generalmente, este límite será más lejano que el correspondiente a una avalancha de nieve húmeda. Para el caso de una avalancha de nieve polvo, la zona de depósito es aquella en que la nube de nieve que constituye la avalancha, se detiene y deposita no dejando casi rastros. La dificultad de establecer estos límites, es grande ya que reside, básicamente, en estimar el comportamiento de un fenómeno natural. Puede recurrirse también a cálculos teóricos que pueden dar una idea aproximada de los límites, siempre que los antecedentes que se dispongan para el cálculo, sean reales y fruto de la observación sistemática y acuciosa de la ocurrencia de las avalanchas.

Se ha dado casos, por ejemplo, de avalanchas en Colorado que han recorrido 800 metros, en una pendiente de  $10^\circ$ , para detenerse en la pared opuesta del valle. En el Cajón del Río Blanco, una avalancha del Cerro Negro, recorrió a contrapendiente, más de 400 metros.

Un caso similar, pero con consecuencias catastróficas, sucedió en Lagunitas el 30 de Junio de 1974, al caer una avalancha desde la Sierra Morada, impactó el fondo del cajón y subió por la vertiente opuesta, unos 200 metros, destruyendo el Espesador de Relaves

N<sup>o</sup> 1 lo que provocó daños por unos US\$ 2.000.000.

La tarea de reconocimiento del límite de la zona de depósito, se verá facilitada mediante el relevamiento de los bordes del depósito de la avalancha, a una escala grande (1 : 1000 a 1 : 2000), cada vez que se produzca el desprendimiento de la acuciosidad y frecuencia con que se haga este relevamiento, depende el resultado que se persigue. Deberá ponerse especial énfasis en circunstancias tales como temporales de gran magnitud y poco frecuentes.

Este trabajo, es relativamente fácil en el caso de una avalancha de nieve húmeda, cuyo depósito es fácilmente identificable. Sin embargo reviste mucha dificultad identificar el depósito de una avalancha de nieve polvo dado que casi no se advierten rasgos diferentes en éste que lo diferencien del resto del manto nivoso circundante. En este caso puede recurrirse a una malla de sondaje del supuesto depósito, mediante el empleo de tubos MOUNT ROSE. El trabajo de sondaje evidenciará las diferentes densidades del manto nivoso, que por cierto, serán considerablemente superiores a las del manto circundante.

En los Rocallosos, la pendiente de la zona de depositación, varía normalmente entre  $10^\circ$  y  $30^\circ$ . Para 42 sendas de avalanchas analizadas por el autor, en Río Blanco, se obtiene una pendiente media de  $25,0^\circ$ . En la vecina localidad de Vills de las Cuevas, Provincia de Mendoza, República Argentina, en 13 sendas analizadas la pendiente media para esta zona, alcanza a  $13^\circ$ . En el caso de Disputada de las Condes, la pendiente media en zonas de depósito de 85 avalanchas, alcanza a  $21,7^\circ$ .

## 4.- EVIDENCIAS DE TERRENO

### 4.1.- CONDICIONES DE VERANO

además de las condiciones topográficas de la senda y de la consideración de registros históricos de ocurrencia , el observador puede reparar en los efectos de las avalanchas sobre la vegetación del área de estudio . Buenos indicadores del paso de avalanchas , son la presencia de arbustos y árboles inclinados o quebrados ya , en la zona intermedia o de depósito.

La acumulación de árboles o arbustos en las laderas inferiores o en el valle , pueden marcar el límite inferior de la zona de depósito . Por otro lado, es frecuente observar la presencia de detritos proyectados por la fuerza de la avalancha, desde zonas superiores.

La identificación veraniega de las sendas de avalanchas , en áreas no boscosas, al contrario de lo que sucede en Europa y U.S.A., es difícil e incierta. A veces la pendiente de la ladera , su exposición y rugosidad de la superficie dan indicios pero no evidencias concretas del paso del alud.

Por otra parte, las laderas cubiertas de pasto serán más propensas a producir avalanchas que las cubiertas por matorrales , dada la inferior de la superficie de deslizamiento, Esta situación tiene particular relevancia cuando se trata de zonas situadas a cotas bajo 2.500 metros. Asimismo, la presencia de rocas aborregadas sugiere un mayor grado de adherencia a la nieve recién caída. Este, es un factor que siempre debe observarse . La experiencia en el Cajón del Río Blanco, indica que: para que se generen las primeras avalanchas , al inicio de un temporada invernal, son necesarios 0.7 m. de nieve . Luego, la nieve supera aquella rugosidad y desliza con facilidad.

A menudo, el límite entre la zona de origen y la intermedia, puede estar bien definido según el ángulo de pendiente o la topografía del terreno, por ejemplo: una amplia cuenca abierta que alimenta a una garganta estrecha. Muchas veces, especialmente, en el caso de laderas abiertas con escasa variación en el ángulo de pendientes, se hace difícil hacer la distinción . Esta situación es bastante frecuente tanto en Disputada de las Condes como en el Cajón de Río Blanco.

Las sendas de avalanchas son fácilmente reconocibles desde avionetas o helicópteros que vuelen a una altura relativamente baja . De igual manera, es muy importante, subir a la ladera opuesta y observar desde allí la senda completa , a fin de no subapreciar el tamaño de la misma o despreciar una senda , desconocida, poco evidente.

Tales observaciones, posibilitan determinar la orientación de la zona de inicio , característica importante para determinar que dirección de viento causa la depositación de la nieve en esa zona.

Muy importante es subir hasta la cúspide del cono de deyección, o poco más arriba, a fin de tener otra visión, más completa de la trayectoria y del área que es afectada por la avalancha. Desde este punto, a menudo, se perciben detalles que, de otra manera, no se aprecian.

La observación acuciosa, mediante estereoscópico, de aerofotogramas verticales, es una importante ayuda para identificar sendas de avalanchas y las características de rugosidad de las mismas. La escala más adecuada, de los aerofotogramas es, aproximadamente, de 1: 20.000 a 1: 30.000. Asimismo, son muy importantes fotografías oblicuas de buena calidad. Estas dan una visión de conjunto muy valiosa.

El complemento ideal para una buena identificación, respecto de avalanchas, lo constituye una carta de la zona, a escala 1: 10.000 o mayor. Las escalas inferiores ocultarán importantes características del relieve cuando se trata de una identificación de detalle. Una carta de este tipo servirá como base a una carta de pendientes que evidencie las zonas donde la acumulación de nieve, ofrece mayor riesgo por la generación de avalanchas. Al mismo tiempo, se podrán delimitar las sendas y se obtendrá la información necesaria para preparar perfiles longitudinales de las mismas.

Deberá tenerse particular cuidado al evaluar una senda. En especial, su orientación. Si ésta es Sur, el riesgo es mayor. Por cuanto, la nieve permanece, en estas áreas, suelta e inestable, por más tiempo dando lugar a acumulaciones muy peligrosas. Esto se debe a que el metamorfismo demora más ya que el manto nivoso, es poco afectado por el calor del sol.

Debe tenerse en cuenta la presencia de grandes parches de suelo desnudo, ubicados sobre laderas lo bastante empinada para generar avalanchas, y rodeadas por arriba y por los lados por vegetación ya que deberían considerarse como, posibles zonas de avalanchas, dado que, la falta de vegetación es debida, a menudo, a grandes acumulaciones de nieve.

Las paredes rocosas, empinadas, o riscos que tienen numerosos bancos o bolsillos donde pueda acumularse nieve, pueden ser también fuentes generadoras de avalanchas, a pesar de la afirmación general de que, las laderas escarpadas no presentan problemas serios de avalanchas.

#### 4.2.- CONDICIONES DE INVIERNO;

Aunque muchas áreas lejanas son difíciles de alcanzar en Invierno, ésta es la mejor época para detectar sendas de avalanchas. Los sitios sospechosos deberían ser observados y las ocurrencias de avalanchas registradas durante años. La observación debería realizarse desde lugares libres de riesgo a los que se pueda acceder, en forma segura, aún en condiciones de inestabilidad.

Estas características, que marcan el comienzo de una avalancha de nieve suelta, son rápidamente borradas por nuevas nevadas y por la nieve transportada por el viento y, lo que más, pueden ser olvidadas por un observador acucioso.

#### 4.3.- OTRAS EVIDENCIAS:

Existen varias características adicionales que se presentan ya, en la zona de origen, intermedia o de depósito, y cuyo tamaño y ubicación en la senda están ligadas al tamaño de la avalancha . Entre éstas, se incluyen:

- Montículos o bloques de nieve:

Las concentraciones mayores marcan , generalmente , el extremo inferior de la avalancha . Menores cantidades quedan esparcidas , más arriba, en la senda, en quiebres en la ladera , o en curvas, en la zona intermedia. Este es uno de los más importantes indicio de identificación.

- Nieve ,más Sucia y más densa que el manto circundante:

A veces, aún después que el depósito de la avalancha ha sido cubierto por nieve fresca y que todas las indicaciones de superficie del depósito, se han perdido, una punta de ski o una sonda pueden ayudar a detectar la nieve de una avalancha , más dura y más densa , situada bajo la superficie. A fines de Primavera o Verano, estos depósitos de nieve, de mayor espesor y más densos, permanecen, a veces, luego que el manto circundante se ha derretido y constituyen excelentes rasgos de identificación. Puede ser difícil, sin embargo, decir si el depósito pertenece a una o más avalanchas , en las misma senda. Para ello, si fuera necesario, podrá hacerse un corte vertical, en la nieve, para observar diferentes estratificaciones.

- Una faja blanca y limpia en medio de nieve grisácea o cubierta de tierra en terreno de fuerte pendiente :

Luego que las superficies de nieve han llegado a cubrirse de polvo o, han sido modificadas por el tiempo , durante largos períodos sin nieve, la remoción de estas capas superficiales por avalanchas , revela la nieve limpia y no modificada que está abajo. El cambio en color y textura es notorio.

- Nieve, barro, rocas, árboles aplastados, contra la cara que mira ladera arriba, de otros árboles, aún en pie, o de rocas:

Estas señales ayudan, a menudo, a marcar los límites externos de la nieve en movimiento. Son más notorias, inmediatamente, después que una avalancha ha corrido y desaparecen , rápidamente.

No todas las avalanchas corren anualmente , Muchas lo hacen cada 5 a 15 años, otras aún con menor frecuencia. Por otro lado, no todas cuando caen , lo hacen ocupando la totalidad de la extensión de la senda. Las avalanchas pueden detenerse en la zona de origen, intermedia o de depósito, dependiendo de la cantidad y condición de la nieve en la senda .La evidencia de terreno - generalmente confinada a la zona de origen - de que una avalancha ha ocurrido, incluye:

- Presencia de una líneas de fractura o cara de fractura, donde la nieve inestable se desprendió, como avalancha de placa, desde el manto nivoso restante. Es la que se observa con mayor frecuencia y, sin embargo, la característica más importante y de simple identificación . La continuidad de estas líneas , las hace muy visible , aún a grandes distancias . Muy a menudo, la nieve nueva o la nieve transportada por el viento, disimulan las líneas de fractura pequeñas y suavizan el aspecto de las grandes.
- Un cambio en el espesor de la nieve , y en la textura y en la apariencia de la nieve de superficie, sin denotar una distinta cara de fractura. Esta característica, que indica la partida de una avalancha de nieve suelta , desaparece rápidamente por una nevada o ventisca, y puede no ser apreciada aún por un observador avezado.
- surcos profundos en la nieve y muros de nieve ; ambos orientados , generalmente , en la línea de trayectoria de la avalancha. Indican, generalmente, el paso de una avalancha de nieve húmeda y pesada . Los surcos y muros son suaves y se observan vidriosos por el hielo. Estas características son más comunes en avalanchas de Primavera que, en las de Invierno.

## 5.- ESTIMACION DE TAMAÑO Y FRECUENCIA DE AVALANCHAS :

### 5.1.-HISTORIAL

Una vez que las sendas de avalanchas, han sido localizadas, es útil reconocer la frecuencia y el tamaño de las avalanchas en la senda . Nada puede compararse a las observaciones que cubren largos períodos de tiempo, para establecer la frecuencia y el tamaño de las avalanchas . Estos datos sólo existen para El Cajón del Río Blanco, Disputada de las Condes, Ruta 60Ch, El Indio. Otras empresas o instituciones están recién empezando a preocuparse del tema. Cuando sólo se trata de formarse una idea del grado de riesgos de un área , puede recurrirse a registros de ocurrencias de períodos cortos (3 a 5 años). Con ellos, se obtendrá algún grado de información que será preferible a carecer de todo dato.

Para muchos estudios de factibilidad y planificación , aún estos cortos registros no están disponibles , a veces deben hacerse estimaciones en plazos de semanas o unos pocos meses. En tales casos, debe hacerse todo el esfuerzo posible para conseguir la mayor cantidad de información acerca de la zona en cuestión .

La opinión de antiguos residentes en la zona, es siempre muy útil y valiosa en cuanto se refiere a avalanchas que han ocurrido cerca de sus casas o de su trabajo. En este sentido, el personal de vialidad, Ferrocarriles, Carabineros, transportistas, arrieros, andinistas, etc, pueden aportar valiosos antecedentes al respecto.

## 5.2.- EFECTOS DE MEDIDA DE CONTROL

Despreciando la frecuencia natural de las avalanchas , es importante recordar que, el control mediante explosivos, diseñados para reducir el tamaño de las avalanchas , aumentará en el triple la cantidad de ocurrencias para la senda controlada. Este cambio en la relación tamaño-frecuencia a raíz del control de avalanchas es a menudo olvidado.

## 6.- RECONOCIMIENTO DEL TERRENO:

El reconocimiento del terreno dará algunos indicios, pero rara vez será concluyente en la estimación de frecuencia. En algunas sendas, sobre todo similares a las de Saladillo, Río Blanco ( 1.600 m +/- ), los árboles invaden el cono de la zona de depósito de las avalanchas. Lo hacen rápidamente, ocultando así la evidencia del paso de la avalancha. Esto, es particularmente importante en avalanchas de baja frecuencia que, generalmente, tienen desastrosos efectos. Solo la sendas más activas , estarán despobladas de árboles . A menudo, solo estarán desprovistas de vegetación en la parte superior del cono y , no en la totalidad de éste. Ello, no quiere decir que, algún día, esa avalancha no sobrepase los límites normales de su descenso. A veces, en años de gran precipitación , esa avalancha llegará a distancias no conocidas o que solo puedan constatar antiguos residentes en la zona.

La investigación histórica en archivos, bibliotecas especialmente, en hemerotecas, proporcionan excelente informaciones, sobre todo, los de la zona de estudio en especial de eventos con consecuencias catastróficas, tanto en vida como en daños materiales.

Los registros incompletos, deben ser manejados con cuidado ya que pueden llevar a juicios equívocos. No siempre un periódico, como sucedía antaño, registraba estos acontecimientos. En esos casos, debe recurrirse a registros de precipitación anuales para la zona más próxima que disponga de información pluviométrica , que dará una idea acerca de qué años fueron más nevadores y que, generalmente, han sido sinónimo de gran actividad de avalanchas .

El personal de Vialidad y Ferrocarriles , siempre estarán al cabo de la ocurrencia de avalanchas que cruzan el camino o la vía. A veces, sin embargo, no repararán en otras que , rara vez, llegan a esos lugares.

Ciertamente , contribuciones de este tipo serán siempre valiosas y, consideradas en su justa medida, harán más certera cualquiera estimación.

Valga el ejemplo de la avalancha que se desprende desde la Muela del Diablo , En Río Blanco, que en los inviernos de 1926 y 1941, llegó a las inmediaciones de los lugares en que , actualmente, se levanta la Escuela de Montaña del ejército de Chile.

Será valioso, tomar muestras de cortes de algunos árboles , ubicados en el cono de la avalancha, que puedan ayudar a determinar su edad y así afinar la estimación de frecuencia de esa avalancha.

El límite inferior de la zona intermedia y de la zona de depositación , a menudo tendrá, como en el caso de Canadá y U S A , fajas concéntricas de árboles progresivamente más antiguos. Si esta técnicas se emplearan en Chile, mayores posibilidades de acierto se agregarán a otras ya descritas en el texto, en el reconocimiento de sendas de avalanchas . Es del caso, hacer notar que este método, solo puede ser empleado en zonas hasta 2,000 m. de altura ya que por sobre esa cota, no existe vegetación arbórea, sino sólo arbustiva que desaparece hacia los 2.300.

La presencia de matorrales y árboles jóvenes , en la parte inferior de la zona intermedia y zona de depósito, no indican necesariamente una escasa frecuencia de avalanchas. En algunos lugares, el manto nivoso normal, más los restos de pequeñas avalanchas tempranas , cubren los árboles y los protegen de las grandes avalanchas que se desprenden desde lo alto.

Se puede preparar una hoja de calificación de cada senda , como ayuda de reconocimiento de terreno de lugares que se conoce o se sospecha que son sendas de avalanchas. Esta, dará una idea más concreta de las características de la senda . La hoja, puede ser acompañada de fotos aéreas verticales, oblicuas y una carta -escala 1;10.000 o mayor- de la senda en estudio.

APENDICE DOCUMENTAL  
CARACTERISTICAS DE SENDAS DE AVALANCHAS  
RIO BLANCO, DISPUTADA DE LAS CONDES, LAS CUEVAS.



## DISPUTADA DE LAS CONDES

AVALANCHA	PENDIENTE(*)		ZONAS	
	ORIGEN	INTERMEDIA	DEPOSITO	MEDIA
SF-1W	36.0	30.0	9.0	25.0
SF-2W	37.0	34.0	16.0	29.0
SF-3W	36.0	37.0	16.0	29.7
SF-4W	36.0	34.0	18.0	27.0
SF-1E	39.0	42.0	22.0	34.0
SF-2E	36.0	43.0	28.0	35.7
SF-3E	36.0	39.0	30.0	35.0
SF-4E	36.0	40.0	19.0	31.7
SF-1S	37.0	38.0	25.0	33.3
SF-2S	36.0	41.0	27.0	34.7
VN-1	32.0	31.0	9.0	24.0
VN-2	35.0	31.0	21.0	29.0
VN-3	35.0	31.0	8.0	24.7
PLM-1	46.0	34.0	22.0	34.0
PLM-2	21.0	37.0	24.0	27.3
PLM-3	36.0	33.0	17.0	28.7
PLM-4	34.0	31.0	16.0	27.0
SF-IN	35.0	34.0	27.0	32.0
AND-1	39.0	30.0	27.0	32.0
AND-2	37.0	31.0	23.0	30.3
AND-3	39.0	35.0	27.0	34.3
AND-4	41.0	31.0	23.0	30.3
AND-5	38.0	36.0	20.0	31.3
AND-6	33.0	36.0	19.0	29.3
AND-7	34.0	35.0	19.0	29.3
AND-8	37.0	34.0	22.0	31.0
AND-9	35.0	36.0	32.0	34.0
AND-10	35.0	33.0	26.0	31.3
AND-11	36.0	32.0	25.0	31.0
AND-12	38.0	35.0	29.0	34.0
AND-13	41.0	36.0	24.0	33.7
AND-14	46.0	39.0	23.0	36.0
AND-15	50.0	37.0	24.0	37.0
AND-16	53.0	39.0	29.0	40.3
AND-17	52.0	37.0	28.0	39.0
AND-18	52.0	46.0	29.0	42.3
AND-19	51.0	38.0	23.0	37.3
AND-20	40.0	43.0	19.0	34.0
AND-21	39.0	45.0	38.0	40.7
AND-22	49.0	46.0	33.0	42.7
AND-23	47.0	45.0	26.0	39.3
AND-24	37.0	47.0	21.0	35.0
AND-25	40.0	48.0	20.0	36.0
AND-26	39.0	43.0	19.0	33.7
AND-27	39.0	39.0	18.0	32.0
AND-28	33.0	33.0	14.0	26.7
AND-29	30.0	31.0	10.0	23.7
CA-1	40.0	42.0	34.0	38.7
CA-2	41.0	43.0	24.0	36.0
CA-3	41.0	43.0	24.0	36.0
CA-4	37.0	43.0	20.0	33.3
CA-5	39.0	39.0	18.0	32.0
VL-1	38.0	38.0	24.0	33.0
VL-2	41.0	37.0	19.0	32.0
PR-1	41.0	30.0	26.0	32.3
PR-2	41.0	30.0	26.0	35.0
ANG-1	29.0	36.0	26.0	30.3
TA-28	40.0	42.0	29.0	37.0

AGM-1	31.0	30.0	26.0	29.0
AGM-2	36.0	36.0	22.0	31.3
AGM-3	38.0	28.0	27.0	31.0
AGM-4	35.0	38.0	17.0	30.0
TI-1	36.0	39.0	19.0	31.3
EI-1	28.0	36.0	13.0	25.7
IN-1	50.0	38.0	23.0	37.0
IN-2	46.0	41.0	22.0	36.3
IN-3	44.0	37.0	22.0	34.3
IN-4	45.0	29.0	16.0	30.0
IN-5	39.0	20.0	23.0	27.3
CAS 3-1	37.0	36.0	15.0	29.0
CAS 3-2	37.0	36.0	23.0	32.0
EST-1	37.0	32.0	16.0	28.3
MM-1	37.0	36.0	36.0	36.3
CC-1	40.0	35.0	35.0	36.7
CD-1	39.0	37.0	24.0	33.3
CD-2	35.0	37.0	11.0	27.7
CD-3	39.0	39.0	19.0	32.3
CD-4	41.0	41.0	19.0	33.7
M100-1	42.0	24.0	11.0	25.7
M100-2	43.0	27.0	8.0	26.0
PL-1	42.0	35.0	18.0	31.7
PL-2	44.0	33.0	14.0	30.3
PL-3	41.0	32.0	18.0	30.3
PL-4	40.0	23.0	20.0	20.0
PL-5	34.0	34.0	7.0	25.0
MEDIA	38.8	36.2	21.7	32.2
MAX	53.0	48.0	38.0	42.7
MIN	21.0	20.0	7.0	23.7

## CUADRO RESUMEN

### VALORES MEDIOS DE PENDIENTES

	Z. Origen	Z. Intermedia	Z. Deposito	Media
Río Blanco	40.0	36.6	25.0	33.9
Disputada	38.8	36.2	21.7	32.2
Las Cuevas	36.8	31.9	13.0	27.2
Media	38.5	34.9	19.9	31.1

## CAJON DEL RIO BLANCO

AVALANCHA	PENDIENTE(*)		ZONAS	
	ORIGEN	INTERMEDIA	DEPOSITO	MEDIA
B-1	39.8	37.3	20.1	32.4
B-2	33.7	35.0	19.7	29.5
B-3	53.4	39.8	24.4	39.2
B-4	53.8	39.2	39.8	44.3
B-5	41.0	34.5	36.7	37.4
B-6	53.1	54.7	16.0	41.3
B-7	19.9	30.7	16.2	22.3
B-8	21.8	29.1	19.2	23.4
B-9	33.7	37.9	35.5	35.7
B-10	39.8	37.4	31.4	36.2
PLT-3	24.9	38.9	14.7	26.2
PLT-2	27.8	29.1	22.9	26.6
PLT-1	23.9	22.6	14.5	20.3
P-1	37.9	30.9	11.3	26.7
P-2	35.5	31.5	14.7	27.2
TP-1	24.0	44.3	12.3	26.9
TP-2	37.6	52.2	32.0	40.6
TP-3	27.4	33.6	26.6	29.2
TP-4	30.3	30.0	29.1	29.8
GA-1	35.5	29.9	19.7	28.4
GA-2	49.6	40.5	25.8	38.6
BG-1	46.5	35.2	19.7	33.8
CGN-1	51.3	45.3	26.6	41.1
CGN-2	58.9	46.8	25.5	43.7
SW-1	34.3	48.0	39.4	40.6
SW-2	58.4	40.5	32.3	43.7
SW-3	70.2	44.4	34.9	49.8
POE-1	39.0	31.7	19.3	30.0
POE-2	46.5	34.3	19.7	33.5
POE-3	37.6	33.0	28.1	32.9
POE-4	32.0	30.7	29.7	30.8
POE-5	34.1	29.1	18.4	27.2
POE-6	39.8	34.0	21.0	31.6
POE-7	34.9	31.6	23.5	30.0
POE-8	38.7	32.5	21.2	30.0
POE-9	33.5	35.3	16.0	28.3
POE-10	42.3	38.0	19.9	33.4
POE-11	42.9	36.2	25.7	34.9
POE-12	39.8	41.4	42.3	41.2
POE-13	63.4	36.2	26.6	42.1
POE-14	49.6	41.0	30.0	40.2
POE-15	40.4	34.3	49.3	41.3
MEDIA	40.0	36.0	25.0	33.9
MAX	70.2	54.7	49.3	49.8
MIN	19.9	22.6	11.3	20.3

VILLA DE LAS CUEVAS (REP. ARGENTINA)

AVALANCHA	PENDIENTE(*)		ZONAS	
	ORIGEN	INTERMEDIA	DEPOSITO	MEDIA
SEE-1	31.7	29.4	17.0	26.0
C-1	50.0	31.6	9.8	30.5
C-2	39.5	33.1	12.3	28.3
C-4	34.6	35.6	10.5	26.9
SE-1	38.7	26.7	11.1	25.5
SE-2	26.8	27.6	11.3	21.9
SE-3	38.9	29.2	12.0	26.7
SE-4	40.3	28.0	12.1	26.8
T-1	33.0	32.7	14.8	26.8
T-2	29.9	33.6	12.2	25.2
T-3	32.4	37.8	16.9	29.0
T-4	39.8	34.6	13.7	29.4
MEDIA	36.8	31.9	13.0	27.2
MAX	50.0	37.8	17.0	30.9
MIN	26.8	26.7	9.8	21.9

## BIBLIOGRAFIA Y REFERENCIAS

DIDIER, M.R. & León, R.E.

ATLAS DE AVALANCHAS PARA LA VILLA DE LAS CUEVAS  
PROYECTO DE DEFENSA CONTRA ALUDES  
J. IÑARRA IRAEGUI Y ASOCIADOS  
MENDOZA , 1982

Ellena, A.O. & León, R.E.

NECESIDADES DE REGULAR LA UTILIZACION DEL SUELO DE MONTAÑA, RES-  
PECTO DEL RIESGO DE AVALANCHA NEIGE ET AVALANCHES  
A.N.E.N.A.  
1987

León. R.E.

ATLAS DE AVALANCHA PARA EL CAJON DEL RIO BLANCO  
CODELCO CHILE, DIVISION ANDINA  
CAMINOS Y NIEVE  
1980

León, R.E.

MAPA DE AVALANCHAS PARA LA COMPAÑIA MINERA DISPUTADA DE ALS  
CONDES  
1978

León, R.E. & Opazo, R.E.

AVALANCHE MAPPING IN THE RIO BLANCO VALLEY, CHILE  
INTERPRAEVENT 1984  
VILLACH, AUSTRIA  
1984

Martinelli, M.

SNOW AVALANCHE SITES  
U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE  
1974

Mears,A.I.

GUIDELINES AND METHODS FOR DETAILED SNOW AVALANCHE HAZARD  
INVESTIGATION IN COLORADO  
COLORADO GEOLOGICAL SURVEY  
1976

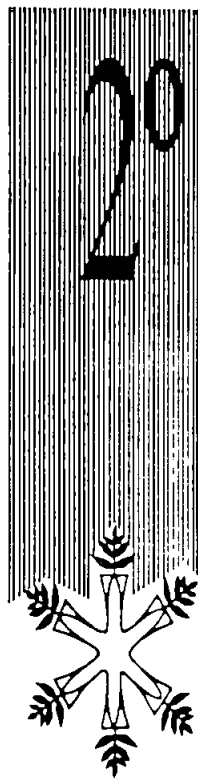
Ramirez, L.A., Vergara, R.  
ATLAS DE AVALANCHAS LOS BRONCES , GRUPO OPERACION INVIERNO  
CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES  
1983

APENDICE DOCUMENTAL:  
CARACTERISTICA DE SENDAS DE AVALANCHAS  
RIO BLANCO, DISPUTADA DE LAS CONDES, LAS CUEVAS,

CUADRO RESUMEN

VALORES MEDIOS DE PENDIENTES

---



# ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJO DE NIEVE



CAMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCION

**PROGRAMA DE CONTROL DE  
RIESGOS INVERNALES**

**JOSE LUIS LA PEÑA DIAZ**

Jefe General de Nieve y Caminos  
Superintendencia Prevención de Riesgos y Operación Invierno  
CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES  
Area los Bronces



**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

PRESENTACION A : ENCUENTRO DE ESPECIALISTAS EN TRABAJOS DE NIEVE

FECHA : 28 Y 29 DE ABRIL DE 1994

TEMA : PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS INVERNALES

LUGAR : MUTUAL DE SEGURIDAD,  
AUDITORIUM CLÍNICA QUILICURA

EXPONENTE : JOSE LUIS LAPEÑA DIAZ  
JEFE GENERAL DE NIEVE Y CAMINOS.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS INVERNALES

I. POLITICA DE SEGURIDAD

ES POLITICA DE DISPUTADA CONducir sus actividades de una manera que proteja la actividad física de sus trabajadores, de todos quienes participan en sus operaciones, de sus clientes y del público. La compañía está comprometida en un esfuerzo continuo para identificar y eliminar o controlar todos los riesgos que podrían ocasionar daños a las personas, a la propiedad e interrupciones no deseadas en los procesos, mediante la participación activa de todos los trabajadores.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

O. OBJETIVO OPERACION INVIERNO

- MANTENER LOS TRABAJOS DEL AREA BAJO CONDICIONES SEGURAS PARA TODO EL PERSONAL, EQUIPOS E INSTALACIONES; AFRONTANDO LOS RIESGOS PROPIOS DEL INVIERNO.
  
- ES RESPONSABLE DE PLANIFICAR, ORGANIZAR, DIRIGIR Y CONTROLAR LAS ACTIVIDADES RELACIONADAS CON PRONOSTICOS CLIMATICOS Y DE AVALANCHAS, EVALUACION DE ALERTAS, CONTROL DE AVALANCHAS, RESCATE, CONTROL DE TRAFICO EN CAMINOS, MANTENCION Y REPARACION DE CAMINOS.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

BASE PROGRAMA DE CONTROL DE RIESGOS INVERNALES

- O IDENTIFICACION Y EVALUACION DE LOS RIESGOS.
- O IDENTIFICACION Y EVALUACION DE MEDIDAS, PARA PREVENIR O REDUCIR EL IMPACTO.
- O PLANES DE ACCION.
- O ANALISIS DE MAYORES EVENTOS ESPERADOS.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

ESTRATEGIAS

- O DE ORGANIZACION DE SUPERVISION.
- O DE CONTROL DE AVALANCHAS.
- O DE LIMPIEZA DE NIEVE.
- O DE CONTROL TRAFICO CAMINO.
- O DE COMUNICACIONES
- O DE EMISION DE PRONOSTICOS CLIMATICOS.
- O DE EMISON DE PRONOSTICOS DE AVALANCHAS.
- O DE RESCATADOR DE AVALANCHAS.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

ORGANIZACION DE SUPERVISION

DURANTE EL PERÍODO DEFINIDO COMO INVIERNO (15 DE ABRIL AL 15 DE SEPTIEMBRE) RIGE EL SISTEMA DE GUARDIAS DIARIAS DE "COORDINACION DE INVIERNO", LAS QUE SON CUBIERTAS POR LOS JEFES DE TURNO DE NIEVE Y CAMINOS DE LA SUPERINTENDENCIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACION INVIERNO.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

ACTIVIDADES DEL COORDINADOR

- EVALUACION DE ANTECEDENTES METEOROLOGICOS Y NIVOLOGICOS.
- EVALUACION DEL ESTADO DEL CAMINO.
- AUTORIZACION DIARIA DE BAJADA DEL TURNO A (05:30HRS.).
- DISPOSICION DE MAQUINARIA DE LIMPIEZA DE NIEVE.

EN CASO DE RIESGO DE CIERRE DE CAMINOS, DEBEN SUBIR Y PERMANECER EN FAENA:

- TODO EL PERSONAL DE NIEVE Y CAMINOS.
- GRUPO DE EMERGENCIA SUPERVISION.
- DOS TURNOS DE PERSONAL DE OPERACIONES.
- PERSONAL MEDICO Y PARAMEDICO.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

GRUPOS DE EMERGENCIA

EXISTEN CUATRO GRUPOS DE EMERGENCIA QUE TIENEN COMO RESPONSABILIDAD PRINCIPAL, COMPATIBILIZAR LAS ACTIVIDADES Y ESTRATEGIAS DE OPERACION CON LA INFORMACION SOBRE PRONOSTICOS METEOROLOGICOS, ESTIMACIONES DE MAGNITUD Y SEVERIDAD DE TEMPORALES, RIESGOS DE AVALANCHAS, SITUACION CAMINOS, ETC., QUE LE PROPORCIONARA LA SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACION INVIERNO.

PERSONAL ADMINISTRATIVO

NO ACCEDE A FAENA, DEBE ASISTIR A ACTIVIDADES DE ENTRENAMIENTO, DIRIGIDAS PRINCIPALMENTE A CONTROL DE RIESGOS.



**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

**REGLAMENTOS Y PROCEDIMIENTOS**

- O REGLAMENTACION OPERACION INVIERNO.**
- O NORMAS ESPECIFICAS PARA CONDICIONES DE INVIERNO (TURNOS PERSONAL)**
- O REGLAMENTO DE CONDUCTORES Y OPERADORES.**
- O USO DIARIO BASTON MOVILIZACION.**
- O PROCEDIMIENTO APERTURA CAMINO.**
- O OPERACION SNOW-CAT.**
- O SEÑALIZACION.**
- O USO DE RESCATADORES DE AVALANCHAS.**
- O EVALUACION DE CONDICIONES CLIMATICAS Y RIESGO DE AVALANCHAS PARA SUBIDA O BAJADA DE MOVILIZACION.**

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

REGLAMENTO OPERACION INVIERNO

OBJETIVO, CONTENIDO Y ALCANCE

ESTE REGLAMENTO CONTIENE LAS NORMAS QUE LA COMPAÑÍA APLICA PARA PROTEGER PERSONAS Y BIENES DEL RIESGO DE INVIERNO Y OTRAS SITUACIONES SEMEJANTES, EN SUS FAENAS DE CORDILLERA.

ESTAS NORMAS CONSTITUYEN:

- O INSTRUCCION LABORAL PARA TODOS LOS TRABAJADORES.
- O OBLIGACION PARA CONTRATISTAS Y SUS COLABORADORES.
- O RECOMENDACION PARA INVITADOS, VISITAS Y AUTORIDADES EN EJERCICIO DE SUS FUNCIONES.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

- 0 REGLAS GENERALES
  - 0 CONDUCTORES
    - 0 REGLAS
    - 0 RECOMENDACIONES
  - 0 VEHICULOS
    - 0 TIPOS DE VEHICULOS
    - 0 ELEMENTOS
- 0 USO DE CADENAS PARA LA NIEVE.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

- 0 RIESGOS DE INVIERNO
  - 0 NORMAS
  - 0 RECOMENDACIONES
- 0 USO DE RESCATADORES
- 0 BRIGADAS DE RESCATE
- 0 RESPONSABILIDADES FUNCIONALES

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

0 PROCEDIMIENTO DE ALERTA

EL PROCEDIMIENTO DE ALERTA ES UN CONJUNTO DE MEDIDAS QUE APLICA LA COMPAÑÍA PARA LA SEGURIDAD DE PERSONAS Y BIENES, CUANDO LOS RIESGOS INVERNALES AUMENTAN.

0 EXISTEN 4 ALERTAS QUE SE EMITEN SEGUN LA MAGNITUD DEL RIESGO QUE SE AVECINA.

1a ALERTA

2a ALERTA

3a ALERTA

4a ALERTA.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

ENTRENAMIENTO

0 DE BRIGADAS RESCATE.

0 DE CONDUCTORES:

- MANEJO EN CORDILLERA.
- CONDUCCIÓN DE CAMINOS CON PENDIENTE.

0 DE PERSONAL EN GENERAL.

- REGLAMENTO OPERACIÓN INVIERNO Y PROCEDIMIENTOS ASOCIADOS.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

CONTROL DE AVALANCHAS

- 0 ESTUDIO DE LOS SITIOS (LOCALIZACION DE LOS RIESGOS).
  - CARTOGRAFIA ZONAS EXPUESTAS A LAS AVALANCHAS.
  - ATLAS DE AVALANCHAS.
  - MODELIZACIONES.
  - ESTUDIOS ESPECIFICOS.
  
- 0 SOLUCIONES ESPECIFICAS
  - PERMANENTE
  - TEMPORAL

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

(CONTINUACION)

- 0 PASIVA (ACCIONES EN LA ZONA DE LLEGADA)
- 0 ACTIVA (ACCIONES EN LA ZONA DE PARTIDA)
  
- 0 ESTRATEGIAS PARA EFECTUAR LOS CONTROLES:
  - CIERRE CAMINOS/EVACUACION PERSONAS
  - USO ARTILLERIA
  - USO GAZ-EX
  - USO CAÑON AVALAUNCHER
  - CARGAS DESDE HELICOPTEROS.



**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

PRONOSTICOS CLIMATICOS Y AVALANCHAS

- 0 PERSONAL 24 HORAS
  - SUPERVISORES NIEVE Y CAMINOS
  - METEOROLOGOS
  - NIVOLOGOS
  
- 0 ESTACIONES METEOROLOGICAS Y NIVOMETRICAS.
- 0 EQUIPO RECEPCION FOTO SATELITE.
- 0 EQUIPO RECEPTOR DE INFORMACION METEOROLOGICA.
- 0 SISTEMAS COMPUTACIONALES.
- 0 SONDAJES Y ANALISIS ESTRATIGRAFICO.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

ESTRATEGIAS LIMPEZA DE NIEVE

0 MAQUINARIA PROPIA

- BULLDOZER 355
- BARRENIEVES
- FRESAS
- PALAS
- DOSIFICADORES SAL
- SNOW CAT

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

0 MAQUINARIA ARRENDADA

- BULL D6H
- MOTOS 14 G Y 140 G
- CARGADOR 966 G
- CAMIONES TOLVA.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

---

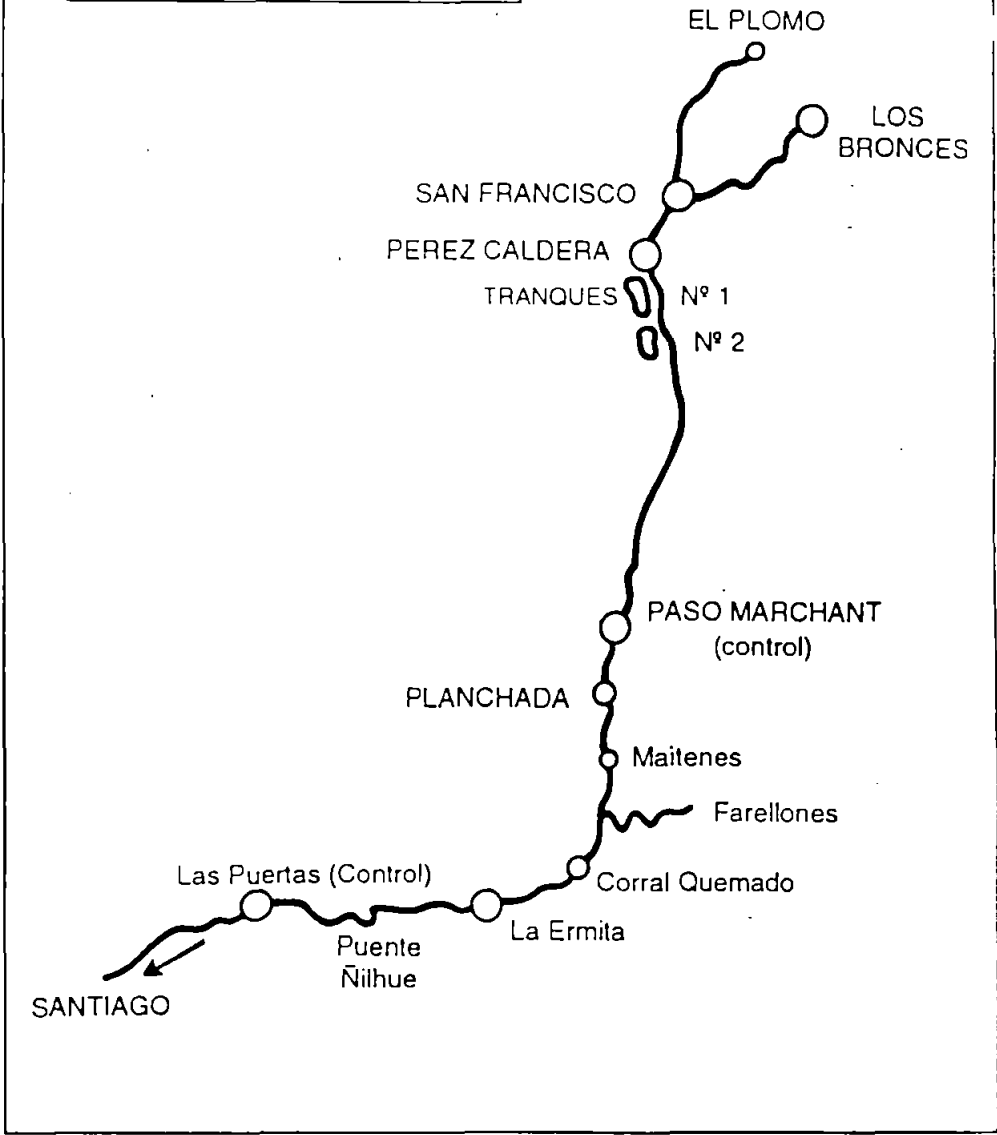
EXISTE UN PLAN DE LIMPIEZA DE NIEVE EN:

- AREAS INDUSTRIALES.
- CAMINOS.
- CUBIERTAS EDIFICIOS.
- ACCESOS.

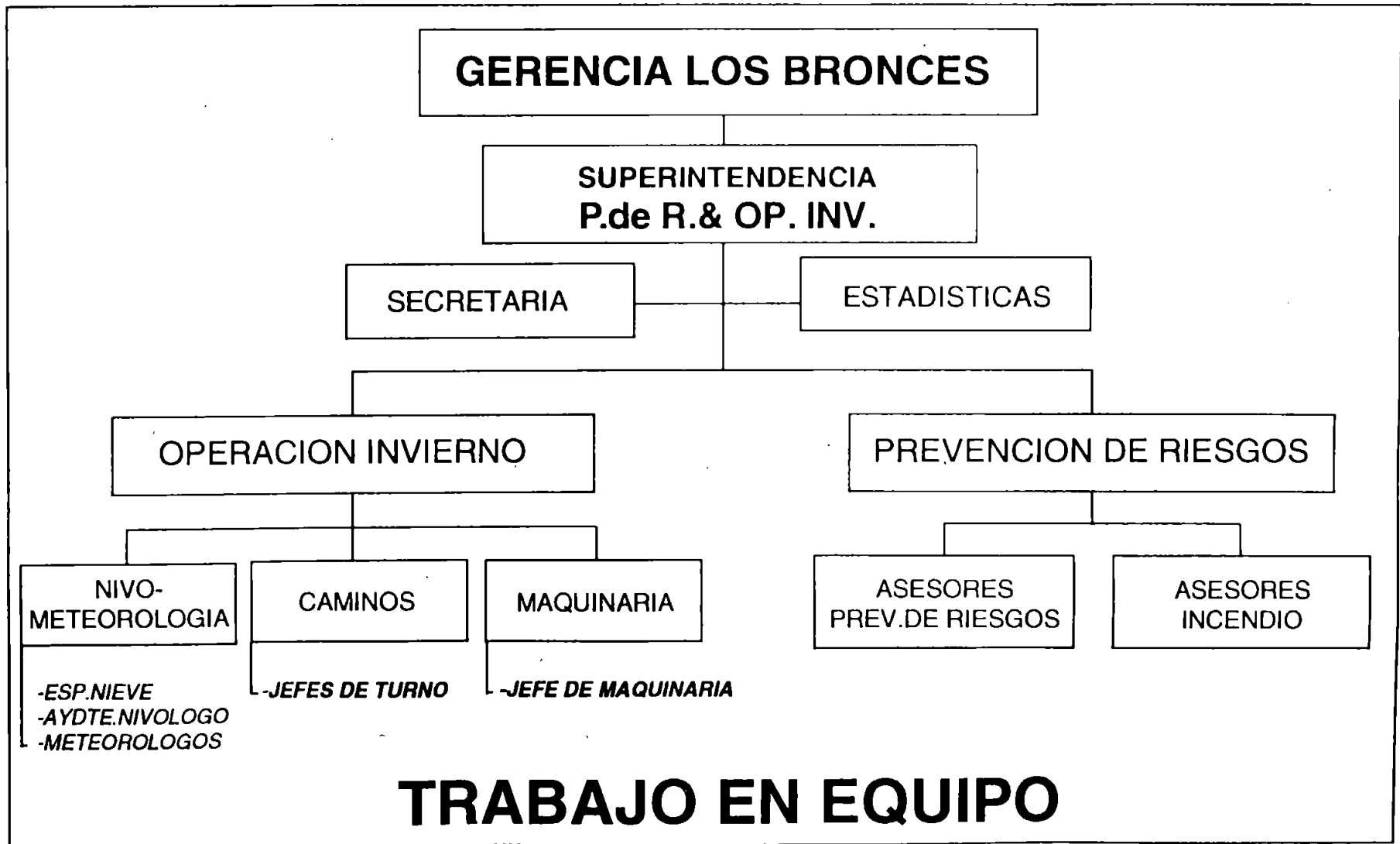
ESTE PLAN INDICA LAS PRIORIDADES Y LA MAQUINARIA MAS ADECUADA QUE SE REQUIERE EN CADA OCASION.

**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**

Distancias:	Km.	Altitud
Las puertas	00	1.054
La Ermita	11	1.352
Corral Quemado	16	1.478
Paso Marchant	27	2.175
Pérez Caldera	37	2.745
San Francisco	39	2.870
Los Bronces	48	3.519
El Plomo	49	3.570

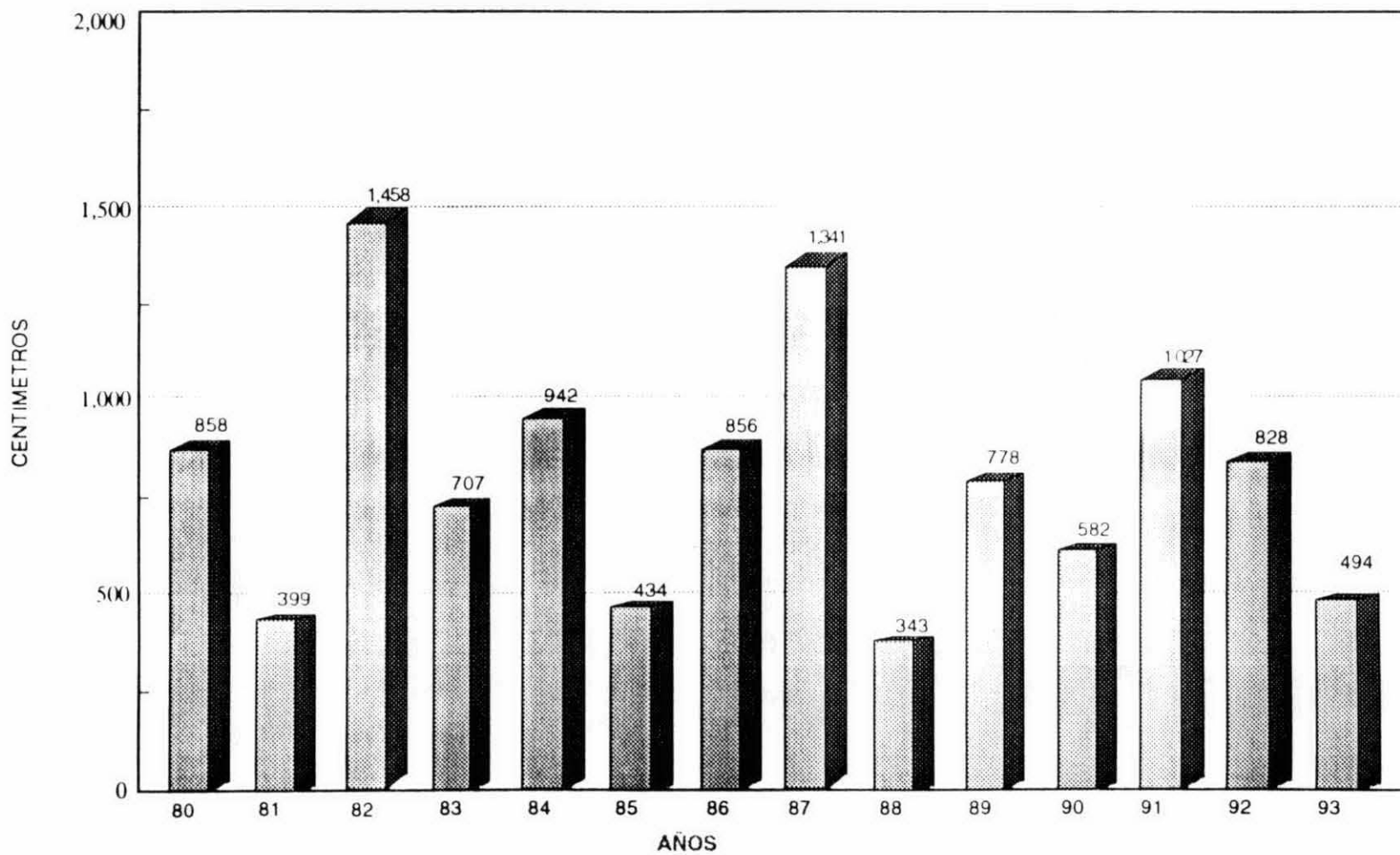


**CIA. MINERA DISPUTADA DE LAS CONDES S.A.**  
**SUPERINTENDENCIA PREVENCIÓN DE RIESGOS Y OPERACIÓN INVIERNO**  
**AREA LOS BRONCES**



# NIEVE CAIDA POR AÑO

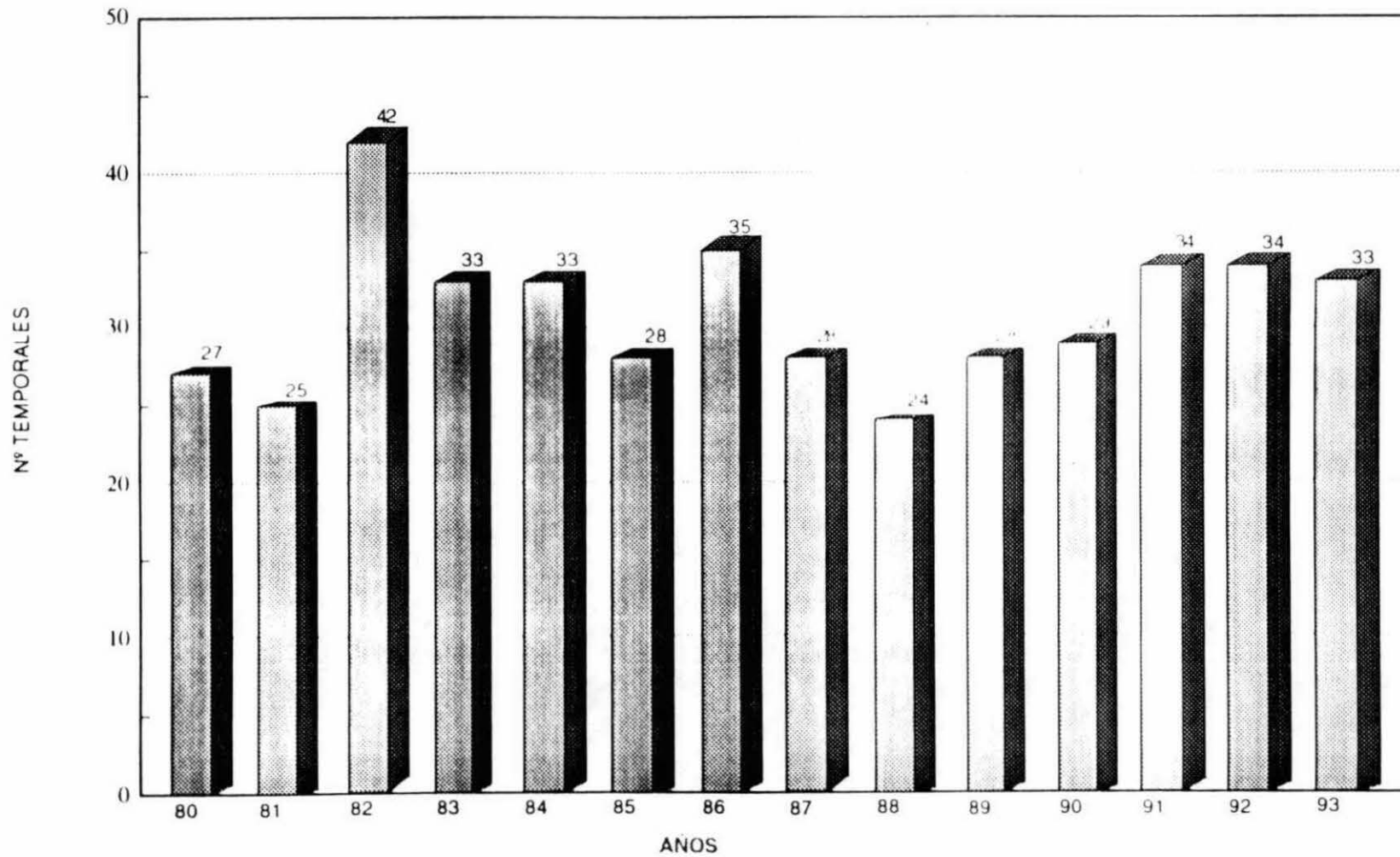
PERIODO 1980 - 1993



■ CENTIMETROS

# TEMPORALES POR AÑO

PERIODO 1980 - 1993

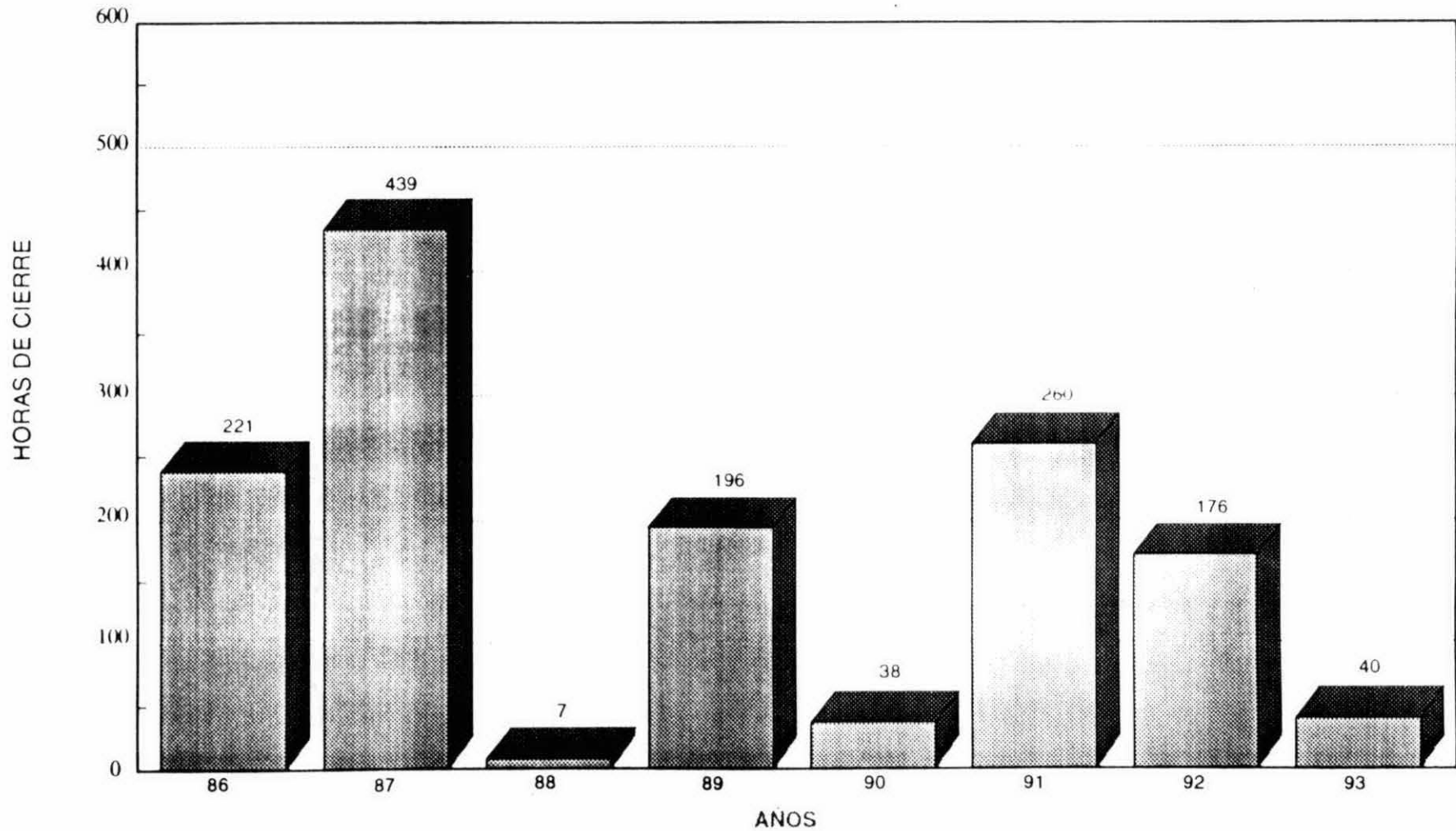


■ Nº TEMPORALES



# ESTADO DEL CAMINO INDUSTRIAL

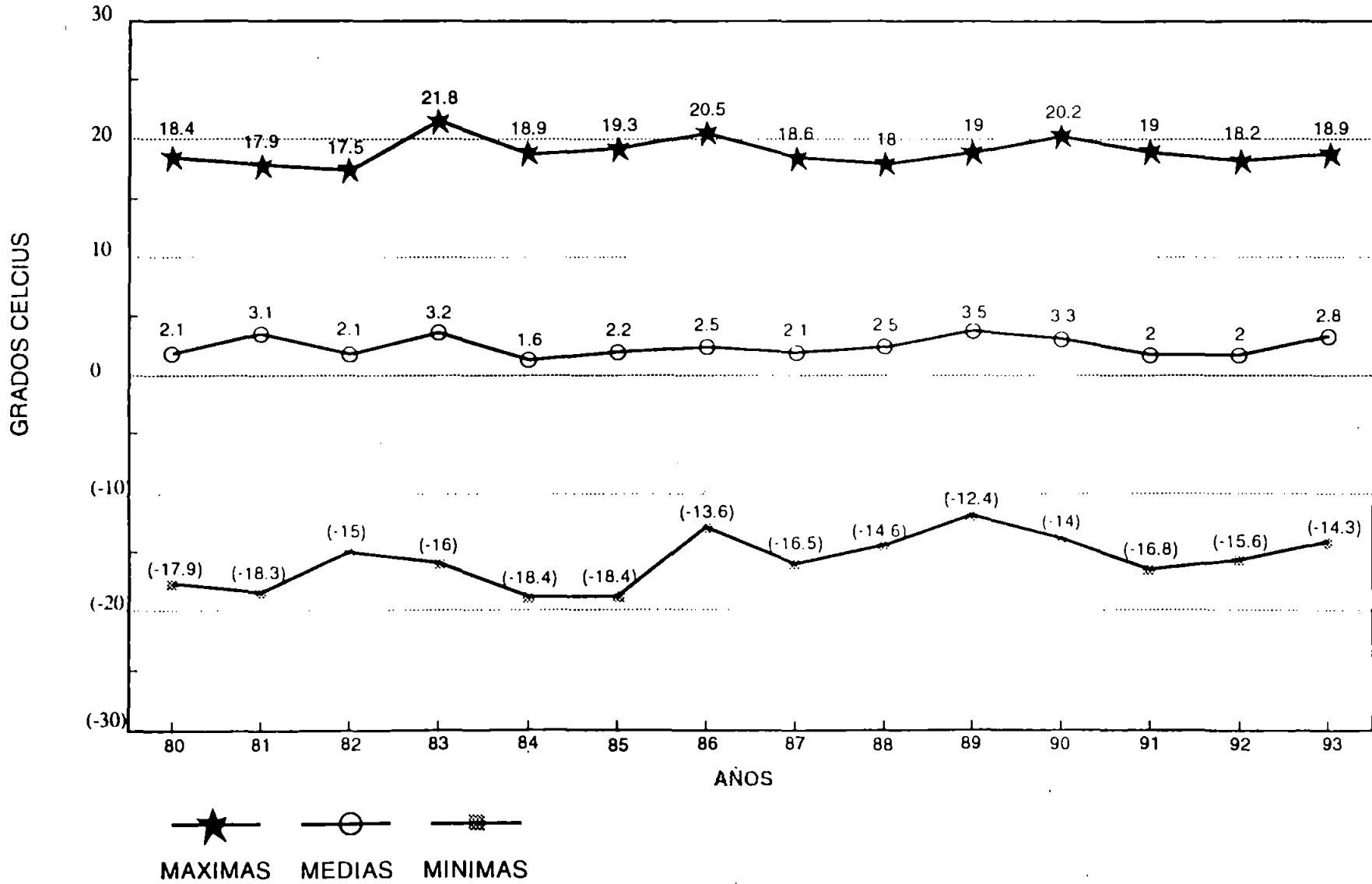
PERIODO 1986- 1993



■ HORAS DE CIERRE

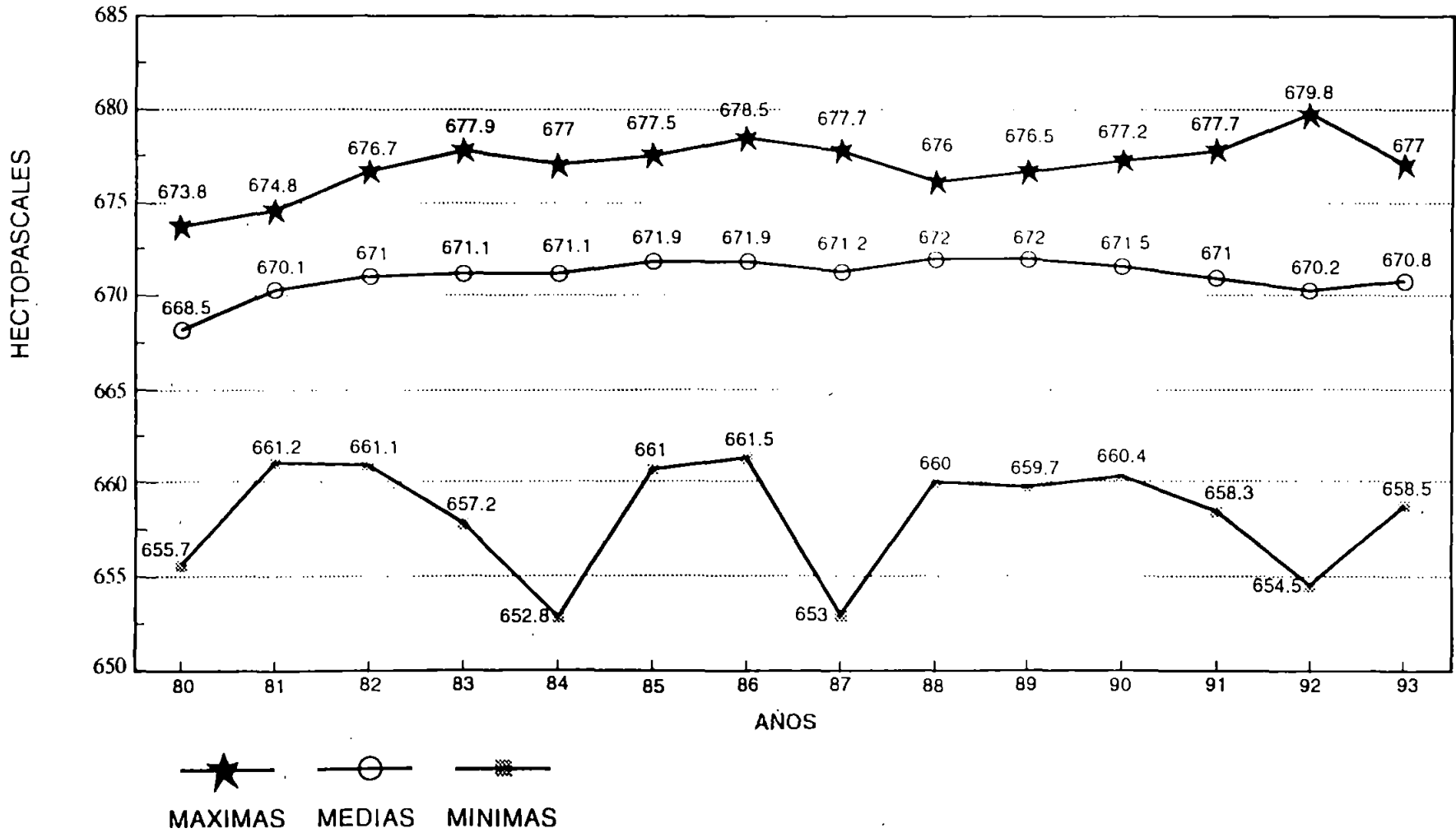
# TEMPERATURAS ANUALES

PERIODO 1980- 1993



# PRESIONES ANUALES

PERIODO 1980- 1993



Relazione spagnola a cura di Jesús GARCIA Bueno.

## RESUMEN

### Introducción:

El estado español tiene concedidos en la actualidad 2.220 km. de autopista, de los cuales están completamente terminados y en curso de explotación (al 31 de Diciembre de 1.976) un total de 880,52 km. En fase de proyecto o construcción quedan pues 1379,48 km.

De toda la red en servicio, únicamente presentan problemas **graves** de mantenimiento invernal, los 70 km que forman en explotación **de la Autopista A-6**, cuya concesionaria es Iberpistas, S.A. Dicha autopista (Villalba-Villacastín-Adanero), que atraviesa mediante 2 túneles de unos 3.000 m. de longitud cada uno, la Sierra de Guadarrama, tiene su traza a la cota máxima de **1.309,17** y sufre durante el invierno frecuentes nevadas y condiciones meteorológicas que propician la formación de hielo. Necesita disponer pues, de un equipo técnico y humano que de modo permanente este dispuesto a intervenir y luchar contra estos factores, con el doble fin de mantener la autopista abierta al tráfico de un modo permanente y garantizar la seguridad del usuario en estas circunstancias.

Nuestra experiencia en viabilidad invernal pasamos a exponerla a continuación, con descripción de los fundentes empleados, de los problemas que su empleo nos ha ocasionado en el tratamiento de puentes, de los experimentos que con detectores de hielo estamos realizando, y de las normas, medios y distribución de personal que tenemos establecidas para las campañas invernales.

### Tratamiento con fundentes

Los métodos de tratamiento por fundentes químicos son bien conocidos y practicados en toda Europa. **Los nuestros no tienen nada de original** y nos contentamos por consiguiente con describir sucintamente los principios:

Se trata siempre, de una parte, de mantener sobre la calzada una salinidad permanente en el doble objetivo de evitar la formación de hielo o la adhesión de nieve (es lo que llamamos el tratamiento preventivo) y de otro, durante la caída de nieve, evitar que ésta pueda apelmazarse y convertirse en coherente (transformarse en hielo) bajo el efecto de la circulación.

### Fundentes utilizados:

a) El fundente más empleado es todavía el cloruro de sodio. Con la condición de que contenga una proporción suficiente de elementos finos (**0,2 a 1 mm**), un esparcido de 10 a 15 gr/m<sup>2</sup> cada dos días es suficiente, sobre una autopista de gran circulación (y en ausencia de lluvia) para evitar la formación de hielo, así como la adhesión de nieve en el comience de su caída. Este tratamiento preventivo es renovado después de una lluvia o cuando es probable una nevada.

Los vehículos más sensibles a la presencia de nieve, aún fundida o pulverulenta, sobre la calzada, son los conjuntos articulados de 35-38 Tm con un solo tractor. Cuando la pendiente de la calzada es débil, o cuando hay poco o nada de conjuntos de género, nosotros procuramos durante la caída, dejar sobre la calzada un débil colchón de algunos milímetros de nieve salada con el doble fin:

- de economizar sal;
- de estar asegurada la no adhesión al suelo de la nieve que continúa cayendo.

Esta nieve salada es pulverulenta si la temperatura es muy baja o semi-líquida en la vecindad de 0° C.

Con este sistema de tratamiento a base de cloruro de sodio, cada centro de mantenimiento invernal dispone de un pequeño stock de **cloruro de calcio** en sacos para intervenciones de emergencia, es decir, cuando por una razón o por otra (avería, intervención demasiado tardía, caída muy por

Nosotros lo empleamos con temperaturas inferiores a -4 grados celcius.

b) La utilización de cloruro de calcio en solución se utiliza en ciertos países, desde el año 1.974. Se trata de una solución a 26% de  $Cl_2Ca$  siendo las dosificaciones del orden de 5 gr/m<sup>2</sup> en tratamiento preventivo (correspondiendo a 13 cm<sup>3</sup> de solución, y de 10 gr/m<sup>2</sup> en tratamiento curativo.

#### Resultados prácticos

Estimamos que nuestros métodos de tratamiento son eficaces tanto contra el hielo como contra la nieve, aunque en ocasiones no solucionan completamente el problema como es el caso de:

- una pendiente relativamente fuerte (5%);
- una altitud relativamente elevada, con caídas de nieve frecuentes e intensas;
- un número muy elevado de conjuntos **articulados de 35-38 T.**

#### Almacenamiento y cargamento del cloruro de sodio

La utilización del cloruro de sodio en sacos no tiene interés, pues es poco cómoda e inútilmente onerosa.

A nivel de operación, estimamos indispensable la **existencia de abrigo cubiertos** y particularmente cerrados a fin de evitar

- la formación de una costra mas húmeda y mas dura en la parte superior del montón;
- el aumento del contenido de humedad en la masa, siempre perjudicial para el buen funcionamiento de los equipos de carga y esparcimiento.
- el lavado de la sal, es decir, la disolución de sus elementos más finos, los cuales son indispensables para el tratamiento preventivo

Estos abrigos deben ser de una capacidad mínima de 600 Tm por centro y pueden ser de construcción sencilla y por lo tanto económica. Cuando se dispone de espacio suficiente (en raros casos) su capacidad debe corresponder al máximo consumo anual previsible para evitar almacenamientos intermedios

La carga de sal puede ser hecha con ayuda de palas cargadoras, o con ayuda de **bandas transportadoras movidas con motores eléctricos**. Nosotros preferimos la segunda solución por las siguientes razones:

- puesta en funcionamiento fácil e instantánea, cualquiera que sea la temperatura;
- costos de entretenimiento poco elevados y gran fiabilidad;
- poco riesgo de deterioro en caso de falsa maniobra;
- poco espacio necesario para la carga de los camiones, evitando el espacio de maniobra que necesitaría una pala cargadora;
- este sistema puede ser maniobrado por un solo hombre, que es en general el conductor del camión;
- permite el llenado del camión (3 500 kg.) en **5 minutos.**

#### Esparcido de sal

El único procedimiento económico para el rociado de fundentes salidos ( $Cl Na$  o  $Cl_2 Ca$ ) es el automático, es decir, un mecanismo que lleva un disco de esparcido alimentado mecánicamente por el motor del camión.

De esta manera, queda regulada la velocidad del disco en función de la velocidad del camión y permite un rociado uniforme sobre la calzada.

## Problemas particulares.

Aunque algunos especialistas recomiendan multiplicar el número de intervenciones preventivas, nosotros emitimos nuestra reserva respecto de esta técnica porque hemos constatado que su aplicación es delicada y en definitiva poco concluyente.

Aunque estas intervenciones son realizadas en mejores condiciones que los procedimientos curativos son a pesar de todo muy onerosas. Es sobre todo preciso dejarlas al buen criterio del responsable de las mismas, ayudado de las previsiones meteorológicas que a pesar de ser un procedimiento complicado no ha llegado a ser una ciencia exacta.

El riesgo de provocar una salida inútil es por consiguiente importante. Además, la experiencia nos ha demostrado que la eficacia de un tratamiento preventivo disminuye rápidamente con el transcurso de las horas.

En consecuencia, nosotros no practicamos el tratamiento preventivo mas que en casos muy particulares, como por ejemplo

- el anuncio de un hielo inminente sobre la calzada húmeda.
- cuando las previsiones meteorológicas hacen suponer que durante la noche van a descender las condiciones por debajo de los mínimos admisibles;
- en los viaductos, muy sensibles a los efectos de la helada.
- en zonas de pendiente muy pronunciada y orientadas en dirección norte-sur.

La mayoría de nuestras intervenciones son pues curativas que son intervenciones mixtas de limpieza y salado, a velocidad variable según las circunstancias y que se realizan durante y después de la nevada, teniendo por objeto eliminar la nieve y el peligro de formación de hielo sobre la calzada.

## El Hielo

La aportación del aire caliente húmedo, después de un período helado, provoca la formación de una película de hielo continua sobre una calzada seca. La costra de hielo así formada es relativamente espesa y resistente y particularmente deslizante.

El Profesor Walter Koemiger ha efectuado pruebas de laboratorio y ha llegado a la siguiente conclusión: la costra de hielo sobre el revestimiento de la calzada seca se forma únicamente cuando la temperatura de la misma está comprendida entre 1 y 5 grados celcius con temperatura ambiente situada entre + 0,5 grados - 5,5 grados celcius. La velocidad del viento y la variación del grado higrométrico del aire en torno al punto de saturación no tiene una influencia determinante sobre la formación del hielo.

La formación de escarcha puede efectuarse sin embargo, de otra combinación de temperaturas, pero no causa problema de tráfico en primer lugar porque su aspecto blanquecino la denuncia de lejos y en segundo lugar por su espesor, que es frágil y sutil.

Una costra de hielo muy sutil puede ser formada por un congelamiento del agua intersticial presente en un revestimiento aparentemente seco, pero ésta se evapora rápidamente.

La formación del hielo sobre el revestimiento húmedo es provocado por el cambio de calor con aire frío.

El aire frío es prácticamente siempre seco, pero puede, por elevación de temperatura, contener un volumen mayor de vapor de agua a una presión atmosférica determinada.

La evaporación del agua durante la congelación provoca la consiguiente formación de una placa aislada de hielo.

Una lluvia "en sobre-fusión" puede provocar el hielo sobre el revestimiento cuya temperatura sea superior a 0 grados celcius.

Este proceso de formación de hielo puede ser explicado por el hecho de que la gota de agua tocando el suelo, se desintegra, evaporándose parcialmente en detrimento del calor contenido en el agua no evaporada que queda sobre la calzada.

Si la aportación de frío es suficiente, la formación del hielo se realiza.

### En resumen:

No se corre ningún riesgo de que se forme hielo cuando:

- a) La temperatura de la calzada se mantiene a un valor por encima del punto de congelación.
- b) A cualquier temperatura por debajo de 0 grados si la superficie de la calzada está seca.

### Aparato detector de hielo.

Está en curso de experimentación por nuestros servicios técnicos, un aparato detector de formación de hielo. Este equipo es un simple detector con un sistema de alarma que permite tomar las medidas de seguridad oportunas in-situ y constatar los efectos atmosféricos sobre la superficie de las carreteras con mandos a distancia.

Este aparato podría ser utilizado, pues, para reducir las condiciones de peligro y los costos de esparcimiento de sal innecesarios, avisando con el tiempo necesario para resolver el problema. Este equipo de detección comprende dos unidades electrónicas, una sensible a la temperatura y la otra a la humedad, las dos combinadas entre sí. Este detector de hielo sólo se pondrá en funcionamiento cuando la superficie de la carretera o las condiciones atmosféricas sean FRIAS y HUMEDAS.

Para su funcionamiento preciso, sería indispensable colocar estos aparatos en distintos puntos de la Autopista que tengan diferentes características, así como

- A. Las rampas de alto y bajo nivel.
- B. Las rampas de orientación norte y sur;
- C. Secciones elevadas;
- D. Cruces y Enlaces;
- E. Carriles en que se de la circunstancia de que el volúmen del tráfico sea muy variable, por lo que podrían variar las proporciones de temperatura y como consecuencia de humedad.

### El tratamiento de puentes.

Los desgastes irreparables que la corrosión puede provocar sobre las obras de fábrica o de hormigón pretensado, nos ha decidido a tratarlos exclusivamente con productos no agresivos. Por precaución de las mismas medidas, son tomadas en todos los puentes. En la práctica, los puentes son muy sensibles al hielo y son tratados por un vehículo especializado.

Habíamos pensado experimentar con fundentes químicos líquidos. De una eficacia satisfactoria sobre hielo, es preciso esparcir en contra, dosis muy elevadas en suelos con nieve, (FRIGOL, DECLASSOL, etc.)

Su utilización es por ahora de un precio que se convierte en exorbitante y estamos pensando en tratamientos por arena o gravillón.

Cualquiera que sea el producto utilizado conviene dar consignas estrictas a fin de interrumpir la salazón durante las travesías de los puentes.

### Acción de los fundentes sobre el hormigón.

El análisis clásico de un cloruro de sodio comercial, tiene aproximadamente las siguientes determinaciones:

H <sub>2</sub> O	2,638%
Insoluble en H <sub>2</sub> O	0,048%
Ión Cloro Cl-	58,249%
Ión Sulfato SO <sub>4</sub> --	0,284%

### Acción de los fundentes sobre el hormigón.

El análisis clásico de un cloruro de sodio comercial, tiene aproximadamente las siguientes determinaciones:

H <sub>2</sub> O	2,638	%
Insoluble en H <sub>2</sub> O	0,048	%
Ión Cloro Cl <sup>-</sup>	58,249	%
Ión Sulfato SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	0,284	%
Ión Clacío Ca <sup>++</sup>	0,078	%
Ión Sodio Na <sup>+</sup>	38,037	%

Siendo su composición:

Cl Na	96,745	%
SO <sub>4</sub> Ca	10,264	%
SO <sub>4</sub> Mg	0,116	%
Cl <sub>2</sub> Mg	0,048	%
Insoluble	0,048	%
H <sub>2</sub> O	2,638	%

La simple interpretación de este análisis, conduce a la deducción de que el Cloruro de sodio comercial es un agente agresivo, tanto para las armaduras (Cl<sup>-</sup>) como para el hormigón (SO<sub>4</sub><sup>--</sup>).

En principio las aguas puras (la procedente de la nieve) destruyen por su gran poder de disolución; y las ácidas y las salinas, o por disolución, o por transformación de los componentes del cemento en sales solubles que se eliminan por lavado, o bien por la formación de nuevos compuestos incoherentes o expansivos (sal de Candlot por ejemplo).

Podemos decir que los constituyentes más ricos en cal (3 CaO . SiO<sub>2</sub>) son los que resisten peor los ácidos, incluso débiles, comenzando por el Ca (OH)<sub>2</sub> liberado en el curso del endurecimiento. Igualmente ocurre en presencia de soluciones salinas, las cuales sustituyen en sus bases por cal para formar sales cálcicas menos solubles; a veces estas sales cálcicas forman nuevos constituyentes, de naturaleza perniciosa con los demás componentes del cemento (caso de las aguas sulfatadas).

Un componente muy débil frente a las aguas sulfatadas es el aluminato tricálcico; el sulfato de cal (contenido en las aguas con fundentes) es el enemigo número uno de los cementos, pues el 3 CaO . Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> forma con él, el sulfoaluminato trisulfato 3 CaO . Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> . 3CaSO<sub>4</sub> . 31H<sub>2</sub>O de carácter expansivo. El resto de sales forma cloruro cálcico, solubizando la cal de la masa fraguada.

Los cementos con un contenido de SiO<sub>2</sub> superior en relación con la cal, es decir, los que tienen mayor proporción de (2CaO . SiO<sub>2</sub>) en relación con el (3 CaO . SiO<sub>2</sub>) resisten mejor las aguas selenitosas, así como los que tienen menor contenido en (3 CaO . Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

En cualquier caso, el cemento es siempre atacado por el SO<sub>4</sub>Ca en mayor o menor grado. Es de sobra conocido el hecho de combinarse esta sal con la alúmina del cemento para formar la sal de Candlot (sulfoaluminato cálcico) con un notable aumento de volúmen.



## Control de gasto de cloruro de sodio comercial en la Autopista A-6

En el momento de salir los camiones esparcidores de fundentes, debe tomarse lectura de su cuentaquilómetros, lo mismo que al terminar el tratamiento. Así se conoce el número de kilómetros recorridos por cada uno. Como la anchura de la calzada es conocida, se deduce así la superficie tratada, pudiendo conocer entonces los gramos/m<sup>2</sup> de sal empleada en la operación. Así se elabora el siguiente cuadro que resume las campañas invernales desde la inauguración de nuestra Autopista, dependiendo de la intensidad de las nevadas y de extensión de éstas, el gasto de sal producido.

### Características del mantenimiento invernal

Durante el transcurso de los últimos años, los responsables de la viabilidad invernal **han elaborado una organización perfectamente sancionada por la práctica** y que ha probado su efectividad en múltiples ocasiones. Esto nos permite enumerar algunas ideas esenciales e imperativas a las cuales debe responder un servicio invernal bien constituido

- **Permanencia:** poder intervenir a cualquier hora del día y noche, teniendo por consiguiente un servicio de 24 horas al día.
- **Continuidad:** pudiendo desarrollar la misma función, en acciones requeridas sobre varios días;
- **Rapidez:** evitar toda pérdida de tiempo, sobre todo en la salida de las máquinas. Así, se puede evitar consecuencias desastrosas.
- **Ductilidad:** teniendo la posibilidad de adaptarse a múltiples y numerosas situaciones,

A partir de estos principios y a fin de obtener la plena eficacia en las intervenciones, es preciso recurrir a una programación cuidadosa de las acciones.

Por consiguiente, es preciso revisar todas las eventualidades en la lucha contra la nieve y el hielo, estableciendo en consecuencia los esquemas de las operaciones. El sistema no funciona verdaderamente mas que si los medios puestos a disposición de los servicios responden a las principales necesidades.

Aunque nuestro dispositivo funciona a satisfacción, buscamos perfeccionarlo continuamente, introduciendo las innovaciones que son exigidas por la experiencia.

### Normas, medios y distribución de personal para la campaña invernal.

Nuestro objetivo consiste en limpiar 140 km. de calzadas de nieve y hielo hasta un grado que permita la circulación sin peligrosidad ni riesgo para el usuario; para ello, establecemos tres niveles de servicio:

- a) Calzada totalmente limpia;
- b) Calzada con un solo carril limpio;
- c) Circulación con cadenas.

Para mantener a los citados niveles los 70 km. de Autopista, se dispone de dos áreas de mantenimiento; una, en el km. 16.500 y otra, en el km. 34, estando en estudio la construcción de otra en el km. 55. Dichas áreas tienen una capacidad de almacenamiento de 400 Tm de cloruro de sodio y 40 Tm de cloruro de calcio. Además disponen de alojamiento adecuado para el descanso y comida del personal, herramientas y medios para las reparaciones de la maquinaria a emplear, así como combustible y lubricante

principales necesidades.

Aunque nuestro dispositivo funciona a satisfacción, buscamos perfeccionarlo continuamente, introduciendo las innovaciones que son exigidas por la experiencia

Normas, medios y distribución de personal para la campaña invernal

Nuestro objetivo consiste en limpiar 140 km. de calzadas de nieve y hielo hasta un grado que permita la circulación sin peligrosidad ni riesgo para el usuario; para ello, establecemos tres niveles de servicio:

- a) Calzada totalmente limpia.
- b) Calzada con un solo carril limpio.
- c) Circulación con cadenas

Para mantener a los citados niveles los 70 km de Autopista se dispone de dos áreas de mantenimiento; una, en el km 16.500 y otra en el km 34 estando en estudio la construcción de otra en el km. 55. Dichas áreas tienen una capacidad de almacenamiento de 400 Tm de cloruro de sodio y 40 Tm de cloruro de calcio. Además disponen de alojamiento adecuado para el descanso y comida del personal, herramientas y medios para las reparaciones de la maquinaria a emplear, así como combustible y lubricant

CAMPAÑA	Kgr Sal	Km.	GRMS M2 por tratamiento	GR. M2 en toda la campaña
1.972-73 .....	191.530	4.690	5,44	456
1.973-74 .....	616.400	20.822	3,94	933
1.974-75 .....	428.500	9.294	6,14	649
1.975-76 .....	833.000	13.296	8,35	1.262

Equipos:

- Una instalación de cintas cargadoras en cada una de las áreas;
- Cuatro Unimog con lamas quitanieves (4 neopreno y 2 metálicas) y distribuidores de sal de 1,5 Tm de capacidad cada uno;
- Dos Pegasos con lamas metálicas y distribuidores de 5 Tm de capacidad cada uno;
- Un Barreiros Ganter con cuña grúa;
- Dos Land-Rover con lamas;
- Dos esparcidores Epoke;
- Dos camiones para remolcar los Epoke;
- Servicios auxiliares constituidos por un Land-Rover grúa, un Land-Rover con señalización, dos Seat 127 patrulleros, tres ambulancias, dos grúas del Servicio Seat de Villacastín y dos coches de la patrulla del P.G.C.

Personal.

El personal está distribuido en dos turnos de 12 horas cada uno, de 10 a 22 y de 22 a 10. El sistema se pone en marcha al comenzar la nevada, o bien, cuando el servicio meteorológico haya podido preverla. Para la distribución del personal, existe un cuadrante, que manejado por el Jefe de

Servicio correspondiente pone al personal en estado de alerta, pudiendo ser recogido de su domicilio en cualquier momento.

Por cada turno, la composición del equipo es la siguiente:

- Un Director de Operaciones;
- Dos Jefes de Servicio;
- Un Capataz;
- Un Mecánico;
- Un Conductor de Servicio;
- Un Conductor de Patrulla;
- Doce Conductores de máquinas;
- Un Coordinador de comunicaciones;
- Un Almacenero;
- Ocho Peones;
- Un Cocinero y un Ayudante (contratados)

#### Dispositivos quitanieves

Las lamas quitanieves pueden estar equipadas con cuchillas de neopreno o cuchillas metálicas. Las cuchillas con borde de neopreno se emplean para limpiar la calzada de nieve no adherida al pavimento, pulverulenta o en fusión. La velocidad de trabajo debe ser como máximo de 60 km/hora. La parte inferior de la cuchilla se mantiene en contacto con el pavimento durante la operación, debiendo ser verificado el ángulo de ataque de la cuchilla después de cada operación.

Las cuchillas metálicas, se emplean para limpiar la calzada de nieve adherida al pavimento, de gran espesor, y los cordones laterales. EL cuerpo principal de la cuchilla, donde se fija el borde de trabajo, no debe entrar jamás en contacto con el pavimento, en el caso de que dicho borde se desgaste totalmente.

Las intervenciones pueden llevarse a cabo de dos formas diferentes.

a) Por camiones aislados: Cada camión equipado con lama y tolva, opera aisladamente sobre el sector a que ha sido destinado, siguiendo circuitos preestablecidos.

La dosificación de fundentes varía según las circunstancias de 5 a 15 gramos/m<sup>2</sup> de sal repartida uniformemente en los 7,5 m. de ancho de calzada cuando la temperatura es inferior a +5 grados celcius, no esparciendo sal si la temperatura es superior. Cuando la temperatura desciende por debajo de 5 grados celcius, o en caso de nevada muy importante, se emplea una mezcla de sal y de cloruro cálcico.

b) Por camiones agrupados en tren. Varios camiones, con lamas y tolva, circulan a una distancia determinada unos de otros, y dejan tras sí una calzada totalmente limpia, constituyendo así un tren quitanieves.

El último vehículo del tren, según las circunstancias, el salado de toda la calzada en las mismas condiciones descritas para un camión aislado.

Este procedimiento en relación con el camión aislado, tiene el inconveniente de disminuir la frecuencia de las pasadas. En cambio, si la nevada es importante, permite aumentar la seguridad de la circulación (calzada completamente limpia en una pasada) y comodidad para el usuario (supresión de los cordones de nieve en una carril de circulación). Además, es muy útil cuando la nevada ha terminado y se trata de limpiar completamente y rápidamente las calzadas.

Orden de prioridad en la limpieza de calzadas.

Cualquiera sea la forma de actuar, se deben respetar las prioridades o urgencias siguientes:

Prioridad 1:

- El carril rápido, o en ciertos casos un carril intermedio;
- Los accesos (1 carril);
- Las plataformas de peaje (vías centrales).

Prioridad 2:

- Vía lenta;
- Accesos (2 carril);
- Las áreas de servicio principales y normales (1 carril);
- Los accesos de servicios utilizados por los vehículos de intervención y coches de servicio.

Prioridad 3:

- Las áreas de servicio en su totalidad;
- Las zonas de descanso;
- Todos los accesos de servicios;
- Las vías reservadas a los vehículos lentos;
- Las plataformas de peaje (en su totalidad)

Conclusión:

Terminamos la presente exposición, adjuntando unos gráficos correspondientes a la campaña invernal 1.973 - 1.974, en los que se registran las temperaturas, precipitaciones (nieve y hielo), maquinaria en actuación y fundentes empleados.

Sin pretender que ello sea la manera idónea para presentar unos resultados, es una idea para los responsables del mantenimiento invernal y una muestra de como lo hacemos en nuestra autopista, estando en todo momento **dispuestos a aceptar cualquier sugerencia que sancionada por la práctica** nos ayude a luchar contra la nieve y el hielo en condiciones más favorables.

2982

331.259

M 993

II



Mutual de Seguridad

AUTOR

Encuentro de Especialistas en Tra-

TITULO bajo de Nieve y Aportes

Fecha	NOMBRE	Firma

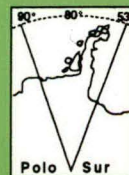
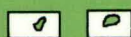





Autor.: Mutual Seguridad

Título: Encuentro

Nº top.: 2982

# MUTUAL DE SEGURIDAD C.CH.C. *NUESTRA PRESENCIA NACIONAL*



-  HOSPITALES
-  CLINICAS
-  CENTROS DE ATENCION