

revista

# sernageomin

Año 2, N°1, Mayo 2005

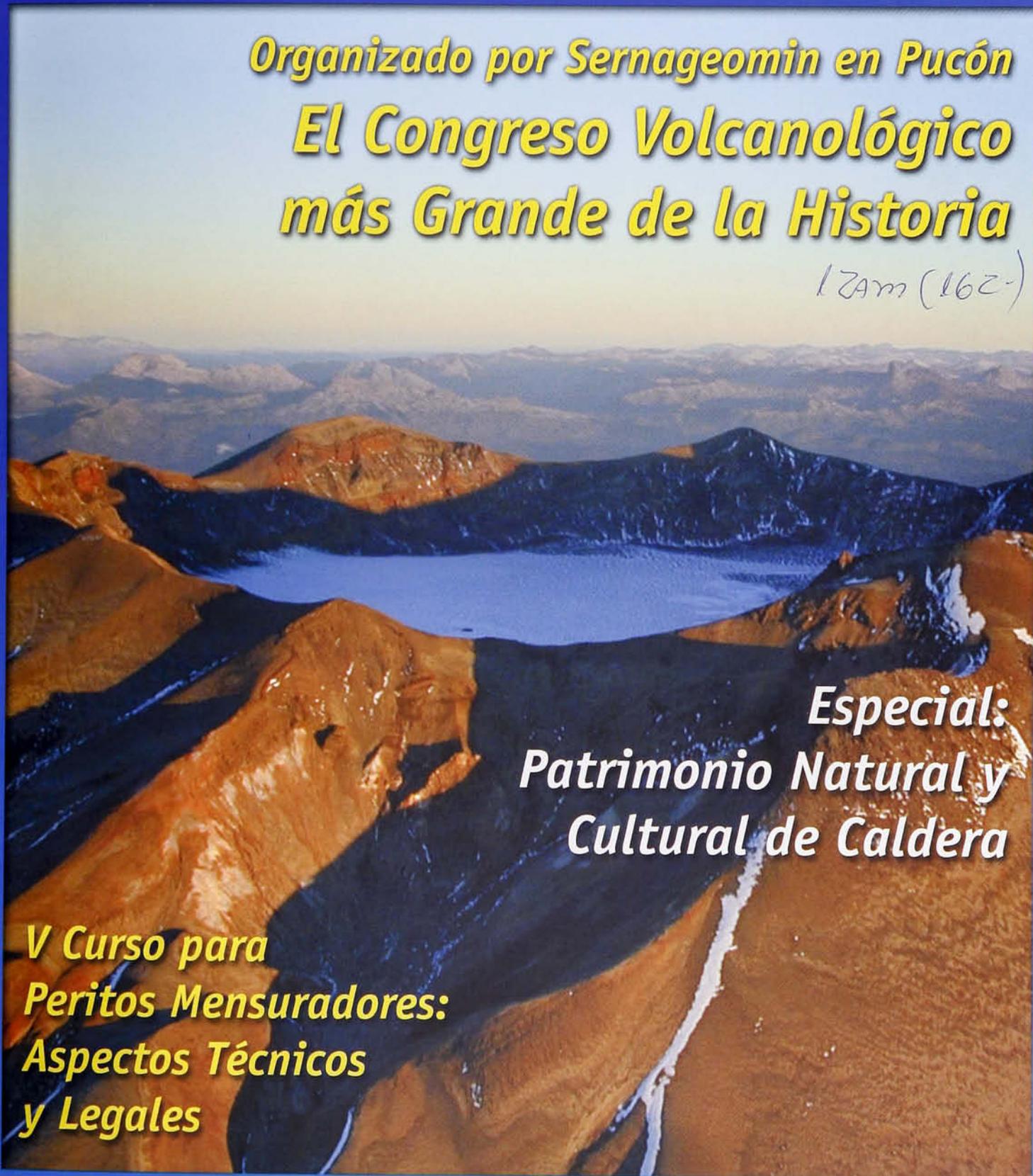
publicación semestral del Servicio Nacional de Geología y Minería

**Organizado por Sernageomin en Pucón  
El Congreso Volcanológico  
más Grande de la Historia**

17Am (16Z-)

**Especial:  
Patrimonio Natural y  
Cultural de Caldera**

**V Curso para  
Peritos Mensuradores:  
Aspectos Técnicos  
y Legales**





## La seguridad: clave del éxito de una gestión

"Minera Los Pelambres es una empresa de calidad\*, enfocada a la excelencia y en permanente búsqueda de nuevas y mejores formas de gestionar el negocio. Gracias a ello, ha mejorado sostenidamente los indicadores de seguridad, estableciendo relaciones armónicas con el medio natural y humano.

Este Valor, presente en la Política de Calidad y Riesgo, inspira, día a día, a respetar el compromiso de resguardar la seguridad de las personas.



*\*Ganadora del Premio Nacional a la Calidad 2004, en categoría Gran Empresa.*



# Gente creando valor

[www.cerrocolorado.cl](http://www.cerrocolorado.cl)

## *La Necesidad de Comunicar lo Realizado*

El Sernageomin, como organismo técnico y especializado en materias específicas asociadas a las ciencias de la tierra y a la actividad minera, ha experimentado en todos sus ámbitos de acción la necesidad de utilizar con la mayor eficacia posible los medios de difusión que están a su alcance, con el propósito de entregar a los usuarios y a la comunidad en general una información acabada acerca de la diversidad de productos que genera.

Lentamente la institución ha ido aceptando que no basta la eficacia del trabajo ejecutado, ni la importancia que su quehacer tenga para un determinado sector, sino que es imprescindible comunicar adecuada y plenamente el sentido de la labor institucional, como también la importancia de la tarea programada y cumplida, aportando de este modo al progreso integral de la sociedad.

Hay consenso en que la velocidad de procesamiento de importantes volúmenes de datos técnicos -materia en la que sin duda este Servicio ha avanzado con fuerza- debe ir a la par con el desarrollo de una política comunicacional que exponga lo realizado con todos sus atributos al análisis de los especialistas y de la comunidad, generando así obligaciones y responsabilidades definidas respecto de sus productos.

El desarrollo de las comunicaciones desde esta perspectiva, no es un asunto de fácil despacho, pues el interés en informar y difundir la labor realizada, cruza al conjunto de los niveles organizacionales y profesionales, por lo que es imperativo resolver en breve un conjunto de acciones en esta materia que permitan consolidar el prestigio alcanzado y posicionar a este Servicio ante la comunidad, como la entidad del Estado especializada en temas mineros, geológicos y minero-ambientales.

En las páginas siguientes a esta editorial, precisamente se intenta ofrecer una visión integral de las principales líneas de actividad que el Sernageomin está llevando adelante para contribuir con su conocimiento y experiencia al desarrollo del sector y, por lo tanto también, al progreso del país.

**El Editor**

# Expandimos nuestra presencia en Latinoamérica, ahora desde Chile.

Ofrecemos productos y servicios de máxima calidad, con la más alta seguridad, innovando constantemente, enfocados a la plena satisfacción de nuestros clientes, los cuales al brindarnos toda su confianza, nos obligan a superarnos día a día.

Ahora les atendemos en nuestras nuevas oficinas de:

Avda. Andrés Bello 2711, Of 2401,  
Las Condes, Santiago, Chile  
Fono: (56-2) 444 3300  
Fax: (56-2) 444 3366  
www.dynonobel.com

DISTRIBUIDOR OFICIAL PARA CHILE: 



**DYNO**  
Dyno Nobel

Groundbreaking Performance

## Revista Sernageomin

### Consejo Editorial

*Luis Sougarret*

DIRECTOR NACIONAL

*Renate Wall*

SUBDIRECTORA NACIONAL DE GEOLOGÍA

*Alejandro Vio*

SUBDIRECTOR NACIONAL DE MINERÍA

*Enrique Lira*

JEFE DE DEPARTAMENTO DE INFORMACION Y DIFUSIÓN

### Apoyo Editorial

*Manuel Bernal*

JEFE DEPARTAMENTO DE PROPIEDAD MINERA

*José Antonio Naranjo*

GEOLOGO - SUBDIRECCIÓN NACIONAL DE GEOLOGÍA

### Colaboración Periodística y Administrativa

*Jessicá Caballero*

*Mónica Soto*

### Producción General

*Enrique Lira*

ELIRA@SERNAGEOMIN.CL

AVENIDA SANTA MARÍA 0104

PROVIDENCIA - SANTIAGO

TEL: (56-2) 737 5050

FAX: (56-2) 732 1187

WWW.SERNAGEOMIN.CL

### Marketing y Publicidad:

*Carlos Valenzuela*

*Marcela Contreras*

*Luz María Núñez*

*Johana Ibarra*

*Elba Otárola*

### Diseño y Diagramación

*Felipe Carrillo*

PUBLICACIONES@TELSUR.CL

### Edición

*Ediciones y Representaciones Técnicas Ltda.*

TEL: 2-4654147, 2-4654148

EDIRETEC@VTR.NET

### Impresión

*Impresora y Editora Icaro Ltda.*

### Foto Portada

*Volcán Puyehue (José A. Naranjo)*

### Fotografías

*Archivo Sernageomin.*

# índice

<b>Editorial, La Necesidad de Comunicar lo Realizado</b>	<b>1</b>
<b>Geología y Minería: Factores Clave para el Desarrollo del País</b> <i>por José Bruna y Enrique Lira</i>	<b>7</b>
<b>“Cuanto Pesa el Aire”, MSA de Chile</b> <i>por Jorge Ramírez</i>	<b>13</b>
<b>Area Minera</b>	<b>15</b>
<b>Encuentro de Peritos</b>	<b>15</b>
En V Encuentro de Peritos Mensuradores: Analizan Aspectos Legales y Técnicos de Propiedad Minera	15
El Código de Minería a 21 Años de su Promulgación <i>por Samuel Lira</i>	16
Interacción Entre el Predio Superficial y Las Concesiones Mineras <i>por Carlos Koch</i>	20
Situación Actual de SIRGAS en Chile <i>por Roberto Bravo</i>	24
Principales Acuerdos en las Reuniones del Departamento de Propiedad Minera del Sernageomin <i>por Manuel Bernal y Gonzalo Astorquiza</i>	27
Aplicación de Estaciones de Referencia GPS en el Catastro Minero <i>por Andrea Banderas y Víctor Olivares</i>	30
Aspectos Técnicos en la Transformación de Coordenadas a SIRGAS 2000 <i>por Rene Zepeda</i>	33
<b>Desde Regiones</b>	<b>37</b>
La Contratación y Subcontratación de Servicios Externos y Su Influencia en los Accidentes Laborales <i>por Jorge Luis Guerra</i>	37
<b>Insertos</b>	<b>42</b>
<b>Un nuevo paso en el crecimiento de FFE Minerals</b>	<b>42</b>
<b>Sucursal en Calama, Compañía Minera Zaldívar, Gana Premio por Liderazgo y Excelencia Medioambiental</b>	<b>44</b>
<b>Area Geológica</b>	<b>45</b>
<b>Presentación Congreso Mundial:</b> El Sernageomin Organizó en Pucón el Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Volcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI)	<b>45</b>
<b>Charla Plenaria</b> ¿Qué tan “Andino” es el Volcanismo en los Andes Centrales y del Sur?: Una Intrincada Historia de 180 Millones de Años <i>por Constantino Mpodzis</i>	<b>46</b>
<b>En Pucón 2004, El Congreso Volcanológico más Grande de la Historia</b> <i>por José Antonio Naranjo y Jorge Clavero</i>	<b>49</b>
<b>Declaración de Pucón:</b> Conclusiones del Taller sobre Mitigación de Peligros Volcánicos Realizado durante el Congreso Mundial	<b>56</b>
	56
<b>Ciencia y Cultura</b>	<b>57</b>
<b>EXPLORA, divulgación y valoración de la labor geológica de SERNAGEOMIN</b> <i>por Carlos Marquardt y Jorge Muñoz</i>	<b>57</b>
<b>Patrimonio Natural y Cultural de Caldera</b>	<b>61</b>



# ANGLO AMERICAN CHILE

División Mantos Blancos



Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM  
Presente en el desarrollo económico y  
tecnológico de la Primera Región del País





# MSA

EQUIPO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL  
Asegúrese Elija MSA.

*Pasión por  
la seguridad.*

MSA de Chile Ltda. Av. Salvador 1434 • Tel.: 225 5377 Fax: 225 0799 • www.msa.cl • e-mail: msa@mas.



Una minería  
sustentable

Codelco Norte está  
comprometido con la seguridad y  
salud ocupacional de sus trabajadores.

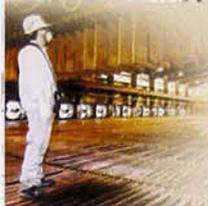
Codelco Norte  
Avanza a la certificación  
OHSAS 18.001



# PLACER DOME

## Compañía Minera Zaldívar

**Con la excelencia en nuestra gestión ambiental, social y de seguridad impulsamos el Desarrollo Regional y el bienestar de los trabajadores y de la comunidad.**



Compañía Minera Zaldívar elabora cátodos de cobre SX-EW de alta pureza, producción que satisface los parámetros de la Bolsa de Metales de Londres (LME) Grado A. El yacimiento Zaldívar corresponde a un depósito cuprífero ubicado en Pampa Augusta Victoria, a 175 km. al SE de la ciudad de Antofagasta y a 3.300 m.s.n.m.

El primer cátodo fue obtenido en junio de 1995, y la partida oficial fue el 23 de noviembre del mismo año. Su producción anual alcanza las 150.000 toneladas de cobre.

Compañía Minera Zaldívar es propiedad de Placer Dome Inc. de Canadá, uno de los mayores productores de oro del mundo, produciendo cerca de 3 millones de onzas de oro al año con un costo directo que está entre los más bajos de la industria. Las Acciones de la Corporación se transan con el símbolo PDG en las bolsas de Toronto, New York, Montreal, París, Suiza y Australia.



- PREVENCIÓN Y MÁXIMA SEGURIDAD EN LAS OPERACIONES.
- NOS PROCUPAMOS DE PROTEGER EL MEDIO AMBIENTE
- EXCELENCIA Y CALIDAD EN LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.
- CONFIABILIDAD, TECNOLOGÍA Y EXPERIENCIA AL SERVICIO DE LA MINERÍA.



**Especialistas en:**  
**TUNELES- RAMPAS - PIQUES**  
**EXPLOTACIONES DE MINAS - OBRAS CIVILES**  
**MONTAJE INDUSTRIAL**

Barón de Juras Reales N° 5296, Conchalí - Santiago  
 Fono: (56-2) 369-9775 Fax: (56-2) 369-9786

# Geología y Minería: Factores Clave para el Desarrollo del País



**José Bruna**  
*Jefe Dpto. Planificación  
y Estudios-Sernageomin*

Como consecuencia del enorme crecimiento que ha experimentado la minería del país durante la última década, al Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin) le ha correspondido ejecutar tareas de gran trascendencia, en su condición de institución sectorial especializada del Estado en materias vinculadas con la geología, la minería y el manejo de la variable ambiental en todos los aspectos de la explotación de los recursos minerales.

Es de conocimiento generalizado que, además de una gran minería de alta tecnología y elevados índices de productividad, existe en el país un numeroso y esforzado contingente humano que se afana en mantener la actividad y tradición de la pequeña minería. Y es precisamente ahora, cuando el cobre se encuentra en sus ciclos de precios elevados que, como contrapartida inmediata, este sector se reactiva e inicia labores en numerosas faenas que se diseminan en las zonas mineras, realizando trabajos de extracción sin que se apliquen las más mínimas normas de seguridad. Ello, presiona a la institución a reforzar la aplicación de medidas preventivas y a efectuar una mayor fiscalización para que se dé cumplimiento al Reglamento de Seguridad Minera, manteniendo los bajos índices de accidentabilidad que ha logrado el sector.

Estas y otras numerosas funciones que el Sernageomin desarrolla en el campo geológico y minero del país, por medio de su sede central en Santiago y sus Direcciones Regionales y Oficinas Técnicas que cubren todo el territorio nacional, hacen de la Institución un organismo clave del Estado para llevar  
*mayo de 2005*



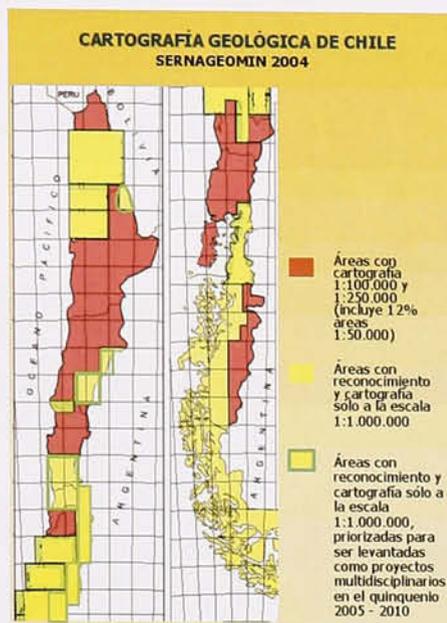
**Enrique Lira**  
*Jefe Dpto. Información  
y Difusión-Sernageomin*

adelante políticas de largo plazo, en materias asociadas al medio ambiente; a la preservación y cuantificación de los recursos minerales y de aguas subterráneas; a la evaluación ambiental de proyectos del sector; y a la identificación de zonas de peligros geológicos. Todos ellos, antecedentes que conducen finalmente a la elaboración de planes de ordenamiento territorial y al desarrollo de políticas en relación a la planificación del uso adecuado del territorio.

## INDISPENSABLE INFORMACION GEOLOGICA

El Sernageomin ha tenido un rol esencial para posibilitar el actual estado de avance económico y social, pues ha proporcionado la información geológica necesaria acerca de la presencia, distribución y génesis de los recursos minerales, metálicos y de rocas y minerales industriales del país, conocimiento que ha sido fundamental para promover, diversificar e incentivar la exploración y explotación minera por parte de empresas estatales o privadas, ya sean de origen nacional o extranjero.

Generar este conocimiento geológico forma parte de la información que el Gobierno requiere para formular las políticas tendientes a la conservación y administración racional de los recursos naturales, para luego proporcionarla a los agentes económicos. Es en este contexto que el Sernageomin publicó en el año 2003, y puso a disposición del público, la primera versión del Mapa de Rocas y Minerales Industriales de Chile (RMI), escala 1:1.000.000.



Los países desarrollados tienen todo su territorio reconocido al menos a la escala 1:250.000, Chile, en tanto, tiene sólo un 50% de su territorio en esta condición

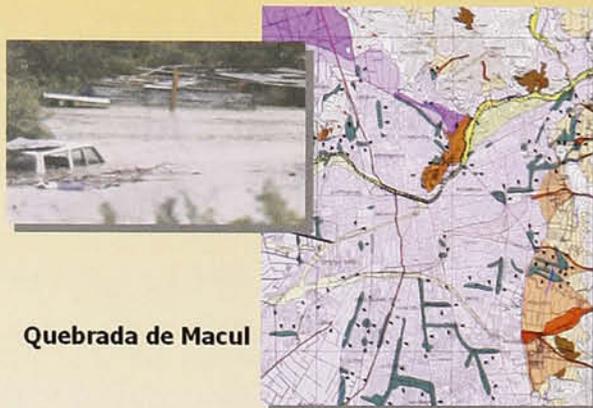
En el área de la cartografía geológica, el Sernageomin tiene como una de sus tareas principales la confección de la Carta Geológica de Chile, que integra información tanto básica como temática. Entre esta última se encuentran temas tan variados como la metalogénesis, hidrogeología, gravimetría, magnetometría, peligros geológicos y geología orientada al ordenamiento territorial.

La última versión actualizada del Mapa Geológico de Chile a escala 1:1.000.000, se publicó en el año 2002, poniéndose a disposición del público en formato digital y papel. La mayor importancia de este proyecto institucional radica en que este nuevo mapa sintetiza el conocimiento geológico generado en el país durante los últimos 20 años.

## EL PELIGRO GEOLOGICO

Otra importante función de este Servicio es investigar e identificar los peligros geológicos, entendiendo por ello a todo proceso, suceso o evento en el medio natural que -en ausencia de predicción, prevención o medidas de control- pueda comprometer la vida, salud, seguridad o bienes de las personas o comunidades afectadas. Lo anterior, adquiere aún mayor relevancia si se considera que Chile está expuesto permanentemente a fenómenos naturales como terremotos, maremotos, erupciones volcánicas y remociones en masa.

## Remociones en Masa Sernageomin 2004



Quebrada de Macul

El carácter impredecible y violento de la mayoría de los peligros geológicos resulta determinante en el incremento de pérdidas de vidas humanas y en daños a la propiedad pública y privada. Es en este marco que el Sernageomin inició, en la década del noventa, una serie de estudios que han incrementado el conocimiento de algunos fenómenos naturales de este tipo.

Con el propósito de reforzar esta línea de acción, Sernageomin ha suscrito Convenios de Cooperación Internacional, como es el caso del acuerdo con la Agencia Canadiense para el Desarrollo Internacional (CIDA), en relación al "Proyecto Multinacional Andino (MAP-GAC), el cual integra a los servicios geológicos y mineros de Argentina, Bolivia, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, con el propósito de contribuir a mejorar la calidad de vida de los pobladores que habitan las regiones andinas de los países participantes, así como también reducir el impacto negativo de los peligros naturales que afecten a esa área.

De este modo, la prevención de los efectos causados por peligros naturales corresponde a un conjunto de medidas, entre las que se destacan los planes de ordenamiento territorial, orientados a minimizar el eventual daño económico-social vinculado a un peligro geológico.



En el ámbito del peligro volcánico, el Sernageomin ha experimentado un desarrollo sostenido de sus actividades, lo que queda de manifiesto con la puesta en funcionamiento en 1996 del Observatorio Volcanológico de los Andes del Sur (OVDAS), cuyo centro de operaciones se encuentra ubicado en la cima del cerro Ñielol, en la ciudad de Temuco. Su objetivo principal es establecer un sistema de vigilancia y monitoreo sísmico de los 6 volcanes más peligrosos de la zona, entre los que se cuentan el Villarica, Calbuco y Llaima. Especial relevancia tiene la atención de crisis y pre-emergencias derivadas de anomalías o erupciones, las que son informadas a las autoridades nacionales y regionales, así como a las Fuerzas Armadas y Carabineros.



## EL SISTEMA DE INFORMACION GEOLOGICO

Con el propósito de incorporar la generación de productos geológicos digitales, la Institución creó en 1996 la Unidad de Sistemas de Información Geológica (USIG). En esta cartografía geológica se aplican estándares propios e internacionales, de amplio uso en las ciencias de la tierra. A la fecha se han producido más de 100 mapas a escala variable entre 1: 50.000 y 1: 3.000.000, los que están disponibles en papel y formato digital.

Además, con el apoyo de FDI-CORFO y la participación de 7 empresas privadas del ámbito minero, en 2001 se puso en marcha el proyecto "Sistema de Información Geológico en Internet – SIGEO", implementado para combinar, desplegar y descargar cartografía geológica, utilizando para ello avanzados sistemas gráficos que incluyen la búsqueda y obtención de información geológica georreferenciada, lo que ha permitido desarrollar capacidades de liderazgo nacional en cuanto a la difusión y comercialización de estos productos digitales en Internet.

mayo de 2005

## BIBLIOTECA

Todo este gran volumen de información (122.500 ítems), compuesto por mapas, boletines, informes inéditos, libros, revistas especializadas, entre otros numerosos documentos, constituye un valioso patrimonio bibliográfico nacional en geología y minería, el que se encuentra disponible, tanto para los especialistas como para el público en general, en la Biblioteca de la Institución.

## LABORATORIO GEOLOGICO Y MEDIO AMBIENTAL

El laboratorio tiene como misión principal proveer la información analítica física y química a los diferentes proyectos geológicos, mineros y medio ambientales del Servicio, aportando su conocimiento especializado a las conclusiones de dichos trabajos. También efectúa investigación y desarrollo de nuevas técnicas analíticas aplicadas al ámbito geológico y medioambiental

Presta servicios a la comunidad geológica nacional e internacional con análisis especializados, para lo que cuenta con los Laboratorios de Geoquímica y Medio Ambiente; Geocronología y Geología Isotópica; Separación de Minerales; Rayos X y Mineralogía.

## REGISTRO NACIONAL DE CONCESIONES MINERAS

Con su accionar, este Servicio del Estado ha sido actor importante en el notable desarrollo minero experimentado en la década del noventa, el que se manifiesta preferentemente en un aumento sin precedentes de la producción, la que en el caso del cobre pasó de 1.616.261 toneladas en el año 1990; a 4.617.885 toneladas en el 2000, alcanzando durante el año recién pasado, una producción de 5.418.800 toneladas, como consecuencia de los elevados índices de inversión nacional y extranjera materializados durante ese período.

Respecto de esto último, está también entre las funciones del Sernageomin asesorar técnicamente a los Tribunales de Justicia en la constitución de la propiedad minera, permitiendo por esta vía mantener actualizado el Registro Nacional de Concesiones Mineras Vigentes y generar de esta manera los antece-

dentes necesarios para identificar los terrenos cubiertos por concesiones mineras en el país. Además, como es el único organismo del Estado que dispone de información ordenada y georreferenciada de la propiedad minera en Chile, ello le ha permitido interactuar y realizar una labor de apoyo técnico a la inversión en el sector minero.

## LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Otro tema de especial importancia, porque en ello están en juego las condiciones laborales y muchas veces la vida del trabajador minero, es la preocupación que este Servicio ha mantenido por la prevención del riesgo de accidentabilidad en la minería.

Los resultados obtenidos en materia de seguridad minera, en estos últimos años, no han sido obra del azar. Sin duda que la administración del Riesgo Operacional, como un nuevo enfoque para enfrentar los aspectos relacionados con la prevención de accidentes en la minería, ha logrado los efectos esperados al disminuir, en forma paulatina y progresiva, el volumen de accidentabilidad en el sector.

La administración del riesgo operacional permitió que, rápidamente, empresarios y ejecutivos de las empresas mineras comprendieran el beneficio que representaba, para la empresa, el desarrollo de procesos productivos con ausencia de accidentes. El trabajo seguro, a nivel de cada proceso productivo, implica que éste sea bien ejecutado, al primer intento, incrementando la productividad de dichos procesos. Al no haber accidentes, también se garantiza la continuidad de las operaciones y, de paso, se eleva la moral de los trabajadores quienes pueden apreciar un mayor rendimiento respecto del trabajo que realizan.

De aquí la importancia de la capacitación como una herramienta estratégica



en la prevención de riesgos operacionales. Mediante ella, es posible introducir cambios en la actitud de los trabajadores y en la toma de conciencia respecto de la existencia de actos inseguros y un mayor conocimiento sobre las condiciones que pueden conducir a una situación de riesgo de accidente. Esto, para hacer del negocio minero una actividad rentable no sólo desde el punto de vista técnico-económico, sino que, también, desde la perspectiva ambiental y social.

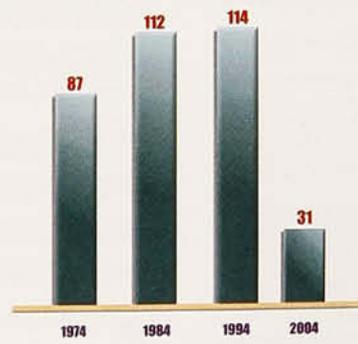
Cabe destacar que la minería ha obtenido durante los últimos cinco años la tasa de accidentabilidad más baja de todos los sectores económicos, incluyendo el sector servicios.

Con el fin de estimular la capacitación en seguridad minera y medio ambiente el Sernageomin creó, como resultado de un proyecto conjunto con JICA (Japón) en Copiapó, el primer Centro de Capacitación especializado del país en esta materia. El Centro inició su funcionamiento a fines de 1995 y a la fecha se ha consolidado nacional e internacionalmente, capacitando a más de 15.111 trabajadores, de los cuales 1.327 provienen de otros países latinoamericanos.

## LAS MUJERES EN LAS ESTADÍSTICAS MINERAS

Como consecuencia de los programas de modernización del Estado el Sernageomin adoptó una serie de medidas que permitieran superar el absoluto desconocimiento existente, respecto a la cantidad de mujeres que se desempeñan actualmente en la minería. Así es como el Anuario Estadístico del Sernageomin consignó, por primera vez el año 2003, la presencia de 3.327 mujeres, las que representaban un 3,36% del total de trabajadores del sector.

Tasa de trabajadores fallecidos a causa de accidentes / cien mil trabajadores.



Al año siguiente, el 2004 se constató que esta cifra se acrecentó hasta llegar a un total del 4,52%, equivalente a 4.658 mujeres en la minería, consideradas las empresas mandantes y contratistas. Durante los últimos años se ha observado un avance paulatino de la participación de las mujeres en áreas de la operación minera y, especialmente, entre los profesionales dedicados a la prevención de riesgos, así como también a geología e ingeniería en minas.

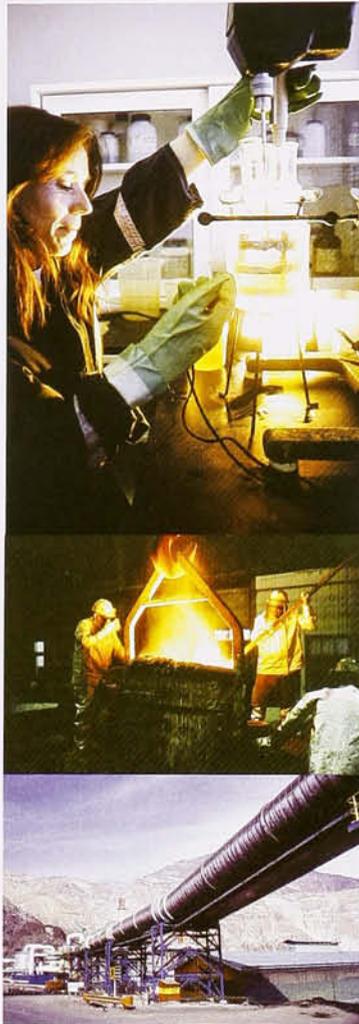
## MEDIO AMBIENTE

En la legislación y reglamentación ambiental chilena, el instrumento de mayor utilización y efecto, definido en la Ley 19.300, es el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) el que se encuentra en concordancia con el Principio N° 4 de la Declaración de Río: "A fin de alcanzar el desarrollo sustentable, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada".

Para llevar adelante la gestión ambiental minero-geológica en Chile, el Sernageomin creó el Departamento de Ingeniería y Gestión Ambiental (DIGA), el que entre sus principales responsabilidades considera la participación en el Comité Técnico del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental coordinado por CONAMA.

Durante el año 2004, el Servicio participó en la evaluación ambiental de 242 proyectos nuevos, correspondientes a estudios y declaraciones de impacto ambiental de proyectos mineros y otros no mineros con componente geológica relevantes. Además, tomó parte en 127 fiscalizaciones ambientales del SEIA.

En la actualidad, el DIGA es también quien ejecuta el acuerdo de cooperación técnica internacional que han suscrito los gobiernos de Chile y Japón, representados por Sernageomin



y la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), materializado en el proyecto "Fortalecimiento de la Capacidad Institucional en Gestión Ambiental Minera" (FOCIGAM).

Este estudio considera la recopilación de información acerca de las faenas mineras operativas, cerradas o abandonadas en el país, incluyendo datos sobre impactos ambientales, así como la evaluación de su riesgo, para luego proporcionar una orientación técnica relacionada con las medidas de cierre de faenas y la elaboración de un catastro con estos antecedentes.

Al mismo tiempo, este Servicio, está realizando desde el 2003 un proyecto en cooperación con el Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales (BGR) de Alemania, denominado Bases para la Remediación de Pasivos Ambientales Mineros (PAM), el que tiene como objetivo principal proponer un marco regulatorio que posibilite la remediación de los pasivos ambientales mineros.

Es en ese contexto que el Sernageomin y BGR en conjunto con CEPAL, organizaron durante el 3 y 4 de mayo de 2005, la Segunda Conferencia Internacional sobre Pasivos Ambientales Mineros, en la cual, además de la representación chilena, participaron autoridades de Gobierno, académicos, y miembros de organismos vinculados a la actividad minera de Perú, Bolivia, Gran Bretaña, Alemania, Colombia, Guatemala, México, Estados Unidos y Japón.

Durante el acto inaugural de esta Conferencia realizada en las dependencias de CEPAL, el Director Nacional del Sernageomin, destacó que estas iniciativas de cooperación internacional "están permitiendo la capacitación de técnicos y profesionales de la Institución, en tecnologías y conocimientos que permitan a futuro tener la capacidad para evaluar riesgos de los pasivos ambientales mineros, como también poder recomendar, formular, calificar y fiscalizar proyectos de remediación".

**martinic**

Ingeniería

**mantenimiento y reparación**

- maquinaria pesada
- equipos estacionarios
- equipos móviles livianos



**arriendo de equipos**

- gruas todoterreno
- gruas horquilla
- generadores
- camión alza hombres

**transportes especiales**

- maquinaria pesada
- movimientos de tierra



[martinic@martinic.cl](mailto:martinic@martinic.cl)

[www.martinic.cl](http://www.martinic.cl)

Casa Matriz Camino a Chiu-Chiu sitio 03-Sector Industrial, Puerto Seco,  
 Fono: 055-334346/337767 - Calama  
 Sucursales: Psje. Juan Retamales A. Manz. C, Sitios 4-E, Fono Fax 057-495648  
 Alto Hospicio, Iquique

**R.I.N.A.S.A.**

Ingeniería, Construcción y Servicios Mineros

Asesorías  
 Ingeniería  
 Obras Civiles - Mineras  
 Montaje



Las Lilas 16, Jardines Familiares, Los Andes  
 Tel: 34-428479 • Fax: 34-420469  
 email: [rinasa@entelchile.net](mailto:rinasa@entelchile.net)

# “Cuanto Pesa el Aire”

## *MSA de Chile*

**Jorge Ramírez**

*Gerente de Producto  
Protección Respiratoria  
MSA de Chile*

Un reciente artículo aparecido en El Mercurio indicaba que las pelotas de fútbol pesan menos en La Paz Bolivia, que en alguna ciudad de la costa. El reglamento ANFP indica que la presión de un balón de fútbol debe estar comprendido entre los 600 a 110 gramos por cm<sup>2</sup>. Esta es una presión relativa a la presión atmosférica y como en La Paz, a 3600 metros de altura, tenemos menor densidad del aire y menor presión atmosférica, el balón no sólo pesará menos sino que también se desplazará más rápido por encontrar menor resistencia en el aire (hay menos moléculas de aire por unidad de volumen)

Ahora, si pensáramos en protección respiratoria, donde la única solución para protegernos sería llevar un equipo autónomo de aire comprimido, con un cilindro en la espalda, como es el caso de los bomberos en un incendio ¿Qué pesa más, un cilindro de baja presión de 30 minutos o uno de alta presión de 60 minutos?

Aunque la respuesta parezca trivial, ésta tiene sus bemoles. Si estamos pensando que el cilindro de 60 minutos pesa el doble que el de 30 minutos, nos llevaremos una sorpresa. Aquí debemos establecer de que tipo de cilindros estamos hablando, su presión de llenado y si los estamos comparando llenos o vacíos.

MSA líder mundial en protección respiratoria, ofrece principalmente dos tipos de equipos autónomos con sus correspondientes cilindros. En primer lugar o más comunes equipos de baja presión con autonomía de 30 minutos que llevan normalmente cilindros compuesto con fibra de vidrio, denominados “Hoop Wound” con presión nominal de llenado de 2216 PSIG y que pesan vacíos 5 Kg 900 gramos. Y, los equipos de 60 minutos de alta presión, equipados con cilindros compuestos con fibra de carbono, denominados “Stealth-60” con presión nominal de llenado de 4500 PSIG y que pesan vacíos 5 Kg 750 gramos.

¡Sorpresa! Si están vacíos, el cilindro de 60 minutos pesa menos que el de 30 minutos. La explicación es la siguiente. Los cilindros compuestos son cilindros de aluminio bobinados parcial o totalmente en algún tipo de fibra sintética. Además la fibra de carbono es más resistente que la fibra de vidrio permitiendo que un cilindro más delgado y por lo tanto más liviano pueda soportar una presión mayor. Un detalle adicional, el cilindro Hoop Wound está bobinado sólo lateralmente en fibra por lo que sus partes sin bobinar, cabeza y base, deben ser más robustas y pesadas.

A continuación una tabla comparativa de pesos para los dos modelos:

Equipo autónomo	Peso del cilindro		Peso del equipo completo	
	Vacío	Lleno	Con cil. vacío	Con cil. lleno
AirHawk AL3000 Hoop Wound	5 Kg 900 gr	7 Kg 540 gr	9 Kg 180 gr	10Kg 820 gr
Nightfighter JUM Stealth-60	5 Kg 440 gr	8 Kg 500 gr	10 Kg 380 gr	13 Kg 440 gr

Como consecuencia no nos debemos dejar impresionar por lo que pareciera ser más lógico, que es que, un equipo por ser de 60 minutos puede pesar el doble, sólo un 23% más aproximadamente. Estos modelos existen porque hay necesidades de trabajo diferentes. Si una persona respira un caudal de 30 litros por minuto, la presión de 2216 PSIG me permite autonomía de 30 minutos, lo cual no es lo más común en un rescatista o bombero cuando realiza su trabajo, esta presión remanente en el cilindro del equipo según sea el caso, podría consumirse incluso en menos de 15 minutos respirando caudales de hasta 45 litros por minuto en situaciones extremas. Sobre todo en el caso de personas que no están bien entrenadas y familiarizadas lo suficiente con el equipo. Para

todos es familiar la cantidad de cientos de bomberos muertos en las torres gemelas de New York, que podrían haber salvado con vida si hubieran tenido más autonomía en sus cilindros, sabiendo que, el 50 % del aire se puede consumir con un flujo de respiración sólo producto del miedo frente a una emergencia.

Por eso, si usted está pensando sólo, en que la única y mejor solución cuando las condiciones son extremas en contaminación, son los equipos de 30 minutos. ¡Meditelo! Ya que no sólo, no es el doble de peso si no que también definitivamente NO es el doble del precio, pero si podría ser la diferencia entre la vida y la muerte.



## Aseguramos el primer lugar

felicitamos a nuestros trabajadores por obtener el Premio Chairman Phelps Dodge 2004 que refleja nuestra filosofía de seguridad y salud.

certa.cl

# Area Minera



## ENCUENTRO DE PERITOS

### *En V Curso de Peritos Mensuradores Analizan Aspectos Legales y Técnicos de Propiedad Minera*

En la Serena, durante el mes de Octubre del año pasado, tuvo lugar el V Curso Nacional para Peritos Mensuradores, evento al cual asistieron más de 130 participantes, el objetivo principal de este evento fue intercambiar ideas y experiencias respecto al proceso de constitución de las concesiones mineras de exploración y explotación, y además difundir las nuevas tecnologías de georreferencia que se están desarrollando en el país. En

la ocasión participaron: peritos mensuradores, abogados expertos en Derecho de Minería y especialistas en el proceso de constitución de concesiones mineras. Además, se contó con la exposición de algunas de las empresas que se dedican a la comercialización de instrumentos geodésicos. A continuación se presentan algunos de los temas que fueron expuestos en este Curso.

# El Código de Minería a 21 Años de su Promulgación



**Samuel Lira**

*Abogado*

*Ex Ministro de Minería (1982-1988)*

Cualquier análisis que se haga del Código de Minería, no puede separarse, a riesgo de ser incompleto, de los demás cuerpos legales que son su antecedente; me refiero a la **Constitución Política de 1980** y a la **Ley Orgánica Constitucional Sobre Concesiones Mineras N° 18097**, que con el **Código de Minería** constituyen los tres textos legales fundamentales que conforman el ordenamiento jurídico aplicable a la minería.

La génesis de las leyes mineras, sus fundamentos y filosofía, como así también los objetivos perseguidos por la legislación minera, están fuertemente influenciados por las políticas económicas y sociales imperantes en la época de su dictación. Si retrocedemos a la década de 1970, ello se advierte con claridad, ya que las actividades mineras en Chile se encontraban en su mayoría en manos del Estado, y es así como la totalidad de la minería del salitre y yodo, de la minería del carbón, de la minería del petróleo, de la minería del hierro, eran manejadas por el Estado. También se encontraba en una situación semejante una parte muy importante de la minería del cobre y, por ende, igual ocurría con la del oro y de la plata.

A partir de mediados de la década de 1970, se comenzó a implementar en el país una política económica que privilegió la iniciativa privada y le otorgó al Estado un rol subsidiario. El cambio en el enfoque para promover el desarrollo económico nacional, trajo consigo la implementación de una política minera que ha discurrido por dos grandes cauces, a saber: El primero de ellos ha sido favorecer el desarrollo de la **actividad privada** en minería; y el segundo, **optimizar el manejo** de las empresas públicas vinculadas al sector.

Examinando sus caracteres jurídicos, apreciaremos con claridad la certidumbre y las fortalezas de que está investido el derecho de concesión minera:

En primer término, anotaremos que se constituyen por resolución de los **Tribunales Ordinarios de Justicia**, sin intervención decisoria alguna de otra autoridad o persona", lo cual viene a ser la reafirmación de una tradición invariable en nuestras leyes mineras.

En segundo lugar, son **derechos reales, inmuebles**, distintos e independientes del dominio del

predio superficial, aunque tengan un mismo dueño y se rigen por las mismas leyes civiles que los demAs bienes inmuebles.

Por otra parte el dominio sobre la concesión está protegido por la **garantía constitucional** del derecho de propiedad. Además, la duración de la concesión de explotación es **indefinida** y cualquier persona, **chilena o extranjera**, puede constituir concesiones mineras.

Como hemos visto, la Constitución Política de 1980, estableció el marco general dentro del cual desarrolló sus preceptos la correspondiente Ley Orgánica. Ambos suponían la existencia de una ley simple, que no es otra que el Código de Minería dictado en 1983, que ha especificado y detallado las normas que rigen los derechos mineros.

Existía conciencia plenamente formada de que el Código de Minería de 1932 iba a ser completamente incapaz de cumplir con los requerimientos y exigencias que se avizoraban para la industria minera, por lo que era indispensable abordar su modernización e incorporar a la nueva legislación los avances tecnológicos conocidos.

Es así como a mediados de Septiembre de 1982, una comisión presidida por el que habla y compuesta por los profesores de Derecho de Minería señores Carlos Ruiz, de recordada memoria, Juan Luis Ossa y Carlos Hoffmann, se dio a la tarea de preparar un proyecto de Código de Minería. Al cabo de algo más de tres meses de intensa labor, quedó confeccionado el proyecto y S.E. el Presidente de la República lo envió a trámite legislativo con fecha 30 de Diciembre de 1982.

El Código de Minería vigente fue promulgado en solemne ceremonia con fecha 26 de Septiembre de 1983, en la que también se conmemoraron los 100 años de existencia de la Sociedad Nacional de Minería, fue publicado en el Diario Oficial en un día como hoy, 14 de Octubre, en el año 1983 y entró en vigencia, conjuntamente con la Ley Orgánica Constitucional, N°18097, sesenta días después de su publicación.



*Equipos de Control de Mensuras en terreno*

Anotamos como hecho de especial importancia que la nueva legislación minera haya puesto término a la inseguridad jurídica constituida por las **frecuentes solicitudes de nulidad de concesiones** mineras fundadas en la circunstancia de abarcarse con ellas ciertos lugares como caminos, vertientes, líneas férreas, parques nacionales, reservas forestales y otros.

Un defecto de enorme magnitud y hoy superado con mucho éxito, consistía en la **carencia de un sistema de concesiones de exploración** que permitiera asegurar las inversiones que se realizan en esta etapa de la industria minera, que es la más riesgosa.

A diferencia de lo que ocurría anteriormente, hoy la concesión tiene por objeto **todas las sustancias minerales** existentes.

Se adecuó así la superficie de la concesión a las necesidades de la minería moderna y para su mejor ordenamiento en el terreno, facilitar su ubicación y las colindancias, se dispuso que su largo o ancho debe tener **orientación** UTM, Norte Sur.

Constituía el catastro, una aspiración muy sentida en los medios mineros y cumplida ésta ha permitido conocer con la total exactitud que otorga la determinación de los vértices de las concesiones en coordenadas UTM, la ubicación de las concesiones mineras constituidas en el país, eliminándose con ello prácticamente todos los conflictos relacionados con su situación en el terreno. Este ha sido, quizás, uno de los más importantes logros



Personal de Control Mensuras en terreno

de la legislación en vigor en procura de la estabilidad de los derechos mineros, encontrándose en la actualidad en vías de implementación el “sistema de referencia geocéntrico para las Américas” (Sirgas 2000), que será objeto de análisis en este Seminario.

El Código en vigor, exige en el pedimento y manifestación la indicación de las coordenadas UTM del **punto central** del terreno solicitado en concesión de exploración y de explotación, denominados **punto medio y punto de interés**, respectivamente, y su superficie, y si es un rectángulo el solicitado, la longitud y orientación de sus lados.

Ha quedado de esta manera completamente desligado el concepto de descubridor con el de quien hizo el descubrimiento de la mina, puesto que ya no se hace mención en la manifestación del hallazgo, sino sólo se exige la indicación del punto de interés.

La proliferación de juicios mineros fue una constante en incesante incremento en la legislación que antecedió a la vigente, con el consiguiente perjuicio que ello traía para la explotación de las minas.

El Código en vigor se propuso erradicar de raíz los obstáculos que para la constitución del título presentaban esos juicios, **prohibiendo transformar en contencioso el procedimiento**.

Para dificultar aun más la posibilidad de que llegue a concretarse una superposición, la Ley 19573, de

1988, modificatoria del Código de Minería en vigor, ha adicionado a las ya existentes, nuevas normas para prevenir ese fenómeno.

Con la perspectiva que nos ofrecen los años transcurridos desde la vigencia de la actual legislación minera, resulta obligado examinar **algunas sugerencias, observaciones y críticas** que se formulan en relación con su aplicación práctica.

Así, se dice que la excesiva liberalidad para la constitución de concesiones mineras, acentuada por la amplitud que presentan las servidumbres legales, ha dado margen para que personas inescrupulosas obtengan lucros indebidos, constituyendo concesiones y servidumbres sobre terrenos con **futuro habitacional**, para así chantajear a sus dueños.

Se ha observado que el **plazo para solicitar mensura**, que era razonable hace veinte años, hoy resulta excesivo.

Se ha oído, que se debiera suprimir la mensura de la pertenencia, y para este efecto ir a la aplicación de la **cuadrícula**, lo que atendiendo a nuestra realidad no nos parece conveniente por la enorme dificultad que plantea para encuadrar en ella los millones de hectáreas constituidas en concesión en nuestro país.

También se ha insinuado la posibilidad de **refundir** en una las concesiones de exploración y de explotación, con la mira de simplificar trámites, lo cual estimamos innecesario frente al éxito del sistema de concesiones de exploración.

La mirada retrospectiva que hemos dirigido hacia los profundos cambios que sufrió la legislación minera a partir de 1980 y que en caso alguno hemos agotado en nuestra exposición, nos lleva a efectuar un balance muy positivo en lo que se refiere al cumplimiento de los objetivos buscados con la modernización de la institucionalidad jurídica que se ha dado al sector minero.

Pero es indudable que la seguridad jurídica que otorga nuestra legislación minera no basta por sí sola para promover el desarrollo minero, porque la verdad sea dicha, no se concibe desarrollo sin inversión.

La inversión en materia minera tiene dos características muy marcadas: es de alto riesgo y, generalmente, muy cuantiosa. Por ello, se requiere para atraerla no sólo **certidumbre jurídica respecto del yacimiento**, que viene a ser su destino final, sino, además, normas legales que incentiven esa inversión, como aquellas que contiene del D.L. 600 de 1974, cuerpo legal que establece como principio rector y fundamental **la no discriminación** entre nacionales y extranjeros.

**El segundo cauce** por el cual ha transitado la política minera, lo constituye la optimización en el manejo de las empresas públicas vinculadas al sector minero nacional.

Finalmente, es del caso reconocer que, sin duda, el impresionante desarrollo que presenta la minería nacional no se habría logrado si en el país no se hubiese puesto en práctica la **política económica que nos rige**.

A estos respectos resulta obligado destacar la gran importancia que revisten los acuerdos de Libre Comercio celebrados por Chile con México, Venezuela, Colombia, Ecuador y Canadá y recientemente con la Unión Europea y los Estados Unidos de Norteamérica, que demuestran una inserción económica exitosa en el plano internacional y constituyen una consolidación del proceso de apertura de la economía nacional al libre comercio y a su internacionalización.

La minería chilena ha obtenido impresionantes logros y un lugar muy destacado en el ámbito mundial. El valor de los embarques de exportación de cobre y subproductos en el primer semestre de este año llegó a casi US\$

7.000. millones, lo que hace suponer que las cifras para el año superaran los US\$ 15.000. millones.

Por último, de acuerdo a un índice preparado por el Instituto Fraser, el año 2002, nuestro país subió del cuarto al primer lugar en cuanto a su atractivo para invertir en minería, índice que se confecciona no sólo considerando las condiciones geológicas del país, sino también, la legislación y políticas que amparan la inversión en minería.

Estos resultados nos muestran cuán benéfica y trascendente ha sido la influencia que ha tenido la legislación minera básica, que ya cumplió 20 años de vigencia, y la complementaria, unida a la política económica imperante en los últimos decenios, para colocar a la minería chilena en el lugar de privilegio en que se encuentra en el concierto de los países mineros del mundo. ■



**MYCM LTDA Empresa de servicios a la Minería con especialidad en:**

- Desarrollos de túneles, hasta 4,5x5 mts de sección.
- Mantenión de labores mineras túneles y piques
- Explotación subterránea de minas
- Perforaciones para explotación en banqueo y realce
- Servicio de aseo y mantención de instalaciones industriales
- Aseo no industrial, con experiencia en grandes faenas

“Una Empresa en vías de Implementación y Certificación en Sistemas de Gestión Integrados: Calidad (ISO 9001) Medio Ambiente (ISO 14001), Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001)”



**Balmaceda 1920 Calama Centro**  
**Fonos: 055-362650, 055-340241 • Fax 055-362770**  
**e-mail: mycmltda@entelchile.Net**

# Interacción Entre el Predio Superficial y las Concesiones Mineras



**Carlos Koch**

Abogado

Académico y Consultor

## 1. La confusión habitual entre el derecho de propiedad sobre el predio superficial y la propiedad sobre los minerales y fósiles

Ambas especies de propiedad recaen sobre objetos distintos, se sujetan a regulaciones diferentes y no se oponen entre sí. El derecho del minero es sobre las sustancias minerales que están en el subsuelo; bajo el suelo; bajo la superficie. El derecho del dueño del predio superficial es sobre la superficie y que crece, germina, nace o se desarrolla sobre ella.

## 2. EL DERECHO DE PROPIEDAD

Este dominio comprende los siguientes atributos:

- La potestad de **usar** bien, es decir, darle el objeto que decida su dueño;
- La facultad de **gozar**, esto es aprovecharlo en beneficio propio, de obtener sus frutos, rentas o beneficios;
- El derecho a **disponer**, esto es definir su destino;
- La potestad de **defender su derecho** sobre el bien.

Y es aquí donde se genera la primera confusión, dado que tanto el derecho de propiedad sobre el predio superficial, como el derecho del concesionario minero sobre su concesión son **inmuebles**. Es decir, desde siem-

pre nuestra legislación ha reconocido que el dueño del predio superficial es distinto del dueño de las sustancias minerales ubicadas en las entrañas de la tierra.

*En nuestra legislación actual, el artículo 19 N° 24 de la Constitución Política soluciona cualquier conflicto entre la propiedad superficial y el derecho de propiedad del concesionario minero. En efecto, el inciso sexto de la garantía citada dispone que: "El Estado tiene el dominio absoluto, exclusivo, inalienable e imprescriptible de todas las minas, comprendiéndose en estas las covaderas, las arenas metalíferas, los salares, los depósitos de carbón e hidrocarburos y las demás sustancias fósiles, con excepción de las arcillas superficiales, no obstante la propiedad de las personas naturales o jurídicas sobre los terrenos en cuyas entrañas estuvieren situadas".*

## 3. INTERACCION DE LOS DERECHOS DEL DUEÑO DEL PREDIO SUPERFICIAL Y EL CONCESIONARIO MINERO

### a) La Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras.

La ley 18.097 reconoce al concesionario minero la facultad de catar y cavar en tierras de cualquier dominio, sujetándola a las prescripciones que ella establece y a las del Código de Minería.

**b) La facultad de investigar, descubrir, catar y cavar.**

Toda persona tiene:

i) La facultad de buscar sustancias minerales en terrenos de cualquier dominio, *salvo en los comprendidos en –o dentro de– los límites de una concesión minera ajena, empleado desde fuera de aquellos, equipos, maquinarias o instrumentos, con este objeto.* (Art. 20 Código de Minería);

ii) La facultad de catar y cavar en tierras de cualquier dominio *salvo en aquellas comprendidas en los límites de una concesión minera ajena, con el objeto de buscar sustancias minerales.* (Art. 14 C. de Minería):

La fuerza imperativa de estas normas y la prevalencia que tienen sobre el derecho de dominio del propietario del predio superficial ha hecho que, en la práctica, la inmobiliarias, completos turísticos, empresas agrícolas, cementerios, empresas eléctricas, entre algunos casos, cuando inician un proyecto, consideren la constitución de concesión minera, para amparar el subsuelo y evitar que una actividad minera, o la constitución de concesiones mineras, dilaten o entorpezcan el proyecto.

iii) ¿Cómo se resuelve el caso en que el propietario del predio superficial se niegue a otorgar el permiso para catar y cavar u obstaculice estas actividades?

En tal caso el afectado puede concurrir al tribunal para que resuelva. Si bien el artículo 15 inciso penúltimo del Código de Minería aparentemente le da una facultad al juez para otorgar o no el permiso, del artículo 16 se infiere que el permiso debe siempre otorgarse, aún cuando sujeto a condiciones o restricciones.

- No se requiere de permiso, cuando se trata de terrenos abiertos e incultos, de cualquier dueño;
- En los casos de terrenos cercados y cultivados, donde haya casas e instalaciones, en terrenos cercados y cultivados de dominio fiscal o municipal, se debe contar con permiso escrito para catar y cavar;
- El permiso lo debe otorgar el dueño, poseedor, tenedor, alcalde o gobernador, según sea el caso;



Mina Pixon

- En caso de negativa u obstáculo de quien deba otorgar el permiso, el permiso lo debe otorgar el juez.
- iv) Perjuicios que se causen al dueño del predio superficial:

**(1) Cuando media permiso del titular del predio superficial**

Aún cuando el artículo 15 del Código no establece el derecho a indemnizar los perjuicios que se causen al dueño, poseedor o tenedor del predio superficial por el minero que cata y cava en su predio, con su permiso escrito, ello no significa que quede liberado de tal obligación.

**(2) Cuando el permiso lo otorga el juez**

Si el permiso para catar y cavar lo otorga el juez, en la sentencia que lo otorga, a solicitud del afectado titular del predio superficial, debe fijar la caución.

**(3) Cuando se trata de terrenos abiertos e incultos**

En este caso la responsabilidad del minero respecto del titular del predio superficial sería extracontractual.

**c) El permiso para efectuar labores mineras.**

El artículo 17 del Código de Minería regula seis casos en los que se requiera permisos escritos de las autoridades públicas, cuando se trata de terrenos superficiales de propiedad fiscal. Esta norma es concordante con el artículo 15 y la complementa en cuanto se trata de labores mineras que se efectúen en terrenos de propie-

dad del Fisco. Pero también es más amplia si se considera que ya no sólo trata de las facultades de investigar, descubrir, catar y cavar, sino que en general, de **labores mineras**.

Estos permisos deben ser otorgados por:

- i) El Gobernador respectivo  
¿Cuál es el sentido de este permiso?  
El objeto es el interés público que puede verse comprometido por una actividad minera y asegurar que los derechos de los particulares, sean o no propietarios de los predios superficiales.
- ii) *El Intendente respectivo cuando se trate de lugares declarados parques nacionales, reservas nacionales o monumentos naturales.*  
En este caso se pretende preservar el patrimonio nacional
- iii) *La Dirección de Fronteras y Límites, para ejecutar labores mineras en zonas declaradas fronterizas para efectos mineros.*  
Aquí hay una razón de seguridad nacional que justifica la autorización de dicho servicio, pero en zonas que se han declaradas fronterizas, para efectos mineros. Conviene señalar que el Tratado Mineros con Argentina constituye, a mi juicio, una excepción a esta norma.
- iv) El Ministerio de Defensa Nacional
- v) El Presidente de la República

Cabe señalar que, en todos los casos anteriores, el permiso para realizar labores mineras no necesariamente está relacionado con el propietario del predio superficial, pero también es cierto que, en la mayoría de los casos señalados se trata de terrenos que son fiscales.

No obstante, en nuestra opinión, si se tratara de terreno de propiedad particular, además del permiso señalado, será necesario contar con el permiso del titular del predio, en virtud del derecho de dominio que tenga éste sobre dicho bien.

Fuera de lo anterior, el minero requiere de otros permisos para efectuar labores mineras: de los organis-

mos medioambientales; de salud, municipales, entre otros, pero estos permisos no están relacionados directa o indirectamente con el derecho de propiedad sobre el predio superficial, por lo que no es objeto de este tema.

#### **d) La exploración y explotación mineras.**

Desde el momento de la inscripción de la manifestación el titular puede efectuar los trabajos necesarios reconocer la mina, pudiendo arrancar sustancias concesibles, haciéndose dueño de las mismas (art. 53 Código de Minería). En tal sentido, si se ponen obstáculos por el dueño del predio superficial o por cualquiera otra persona para realizar tales trabajos, se puede recurrir al juez para que autorice el auxilio de la fuerza pública, previo informe favorable de Sernageomin.

#### **e) La imposición de servidumbres**

La servidumbre, en términos simples, es una carga o gravamen que un predio soporta en beneficio de otro. Como se trata de un derecho inmueble, para que sea exigible debe inscribirse en el Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces donde esté inscrito el predio sirviente.

*La facultad de imponer servidumbres al titular del predio superficial arranca del artículo 19 N° 24 de la Constitución. El párrafo final del inciso sexto señala: "Los predios superficiales estarán sujetos a las obligaciones y limitaciones que la ley señale para facilitar la exploración, la explotación y el beneficio de dichas minas."*

- i) Objeto de las servidumbres: *es facilitar la conveniente y cómoda exploración y explotación mineras.*
- ii) ¿Qué clase de servidumbres pueden constituirse o imponerse?: *de acuerdo al artículo 120, los gravámenes a predios superficiales pueden constituirse o imponerse para:*

*(1) Ocupación, en toda la extensión necesaria, por canchales y depósitos de minerales, desmontes, relaves y escorias, plantas de extracción y de beneficio de minerales, sistemas de comunicación, canales, tranques, cañerías, habitaciones, construcciones y demás obras complementarias, en lo que podemos llamar, "servidumbres de ocupación";*



Mina Pixon

- (2) Beneficio de empresas concesionarias de servicios eléctricos, de acuerdo a la Ley General de Servicios Eléctricos.
- (3) Tránsito y ocupamiento para caminos, ferrocarriles, aeródromos, cañerías, túneles, planos inclinados, andariveles, cintas transportadoras, y todo otro sistema que sirva para unir la concesión con caminos públicos, establecimientos de beneficio, estaciones de ferrocarril, puertos, aeródromos y centros de consumo.
- iii) Fuera de los ya señalados, ¿pueden imponerse o constituirse otras servidumbres?: *Nos parece que, particularmente cuando habla del "derecho a que se constituyan las servidumbres convenientes" permite la constitución de otras clases de servidumbres, siempre que sean convenientes para la exploración y explotación mineras.*
- iv) Características de las servidumbres:
  - (1) En primer lugar son convencionales
  - (2) Siendo convencionales, son solemnes,
  - (3) Dado que constituyen un gravamen al predio, son derechos reales.
  - (4) Además deben inscribirse en el Registro de Hipotecas y Gravámenes del Conservador de Bienes Raíces donde esté inscrita la propiedad superficial
  - (5) Son además accesorias al predio superficial

- (6) Conllevan la obligación para el minero de indemnizar los perjuicios que se causen al predio superficial;
- (7) Son esencialmente transitorias y específicas
- v) Servidumbres judiciales: *a falta de acuerdo entre las partes que permita materializar una servidumbre convencional, el minero puede imponer la servidumbre, incluso contra la voluntad del titular del predio superficial.*
- En la práctica, el tribunal no puede negarse a constituir la servidumbre que se solicite; el objeto de esta acción es fijar el monto de la indemnización de todo perjuicio que se cause al dueño de los terrenos o al de la concesión sirviente o a cualquiera otra persona.
- vi) ¿Qué resguardo tiene el titular del predio superficial respecto de la imposición de la servidumbre?: *solamente que la indemnización que se fije le resarza de todo perjuicio.*
- vii) Finalmente, ¿puede el titular del predio superficial constituir más de una servidumbre a favor de más de un concesionario minero?: *nos parece que no existe inconveniente en que el titular de un predio superficial constituya –o se le impongan– más de una servidumbre a favor de más de un concesionario minero. Ello por cuanto:*

- (1) Las disposiciones legales sobre servidumbres no establecen normas de exclusividad o exclusión;
- (2) El artículo 8° de la Ley Orgánica Constitucional establece que las concesiones están sujetas en favor de otras, a los gravámenes establecidos en relación a los predios superficiales, que, sin impedir o dificultar su explotación aprovechen a otras.

# Situación Actual de SIRGAS en Chile



**Roberto Bravo**

*Ingeniero Politécnico Militar*

*Instituto Geográfico Militar*

El punto de partida para esta planificación es conocer la distribución espacial de las necesidades sociales y los recursos existentes que puedan satisfacerlas. Esta información geográfica, que describe básicamente la relación hombre - naturaleza y que se expresa mediante una representación cartográfica de la superficie terrestre, es la base para la implementación de programas asociados, entre otros, al desarrollo sostenible y a la planificación territorial.

- Inventario y explotación de recursos naturales.
- Definición de vías de comunicación.
- Desarrollo de infraestructura.
- Distribución de servicios públicos.
- Catastro y tenencias de la tierra, etc.

## PROYECTO SIRGAS

Inicialmente denominado Sistema de Referencia Geocéntrico para Sudamérica y posteriormente, con la incorporación de Estados Unidos de América y Canadá, pasó a denominarse Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas, se centró en el análisis de los Sistemas de Referencia en los países del cono sur, para buscar la solución óptima mediante el establecimiento de Sistemas Únicos, compatibles con la vanguardia tecnológica y que complementa adecuadamente la georreferenciación homogénea de datos espaciales en toda la región.

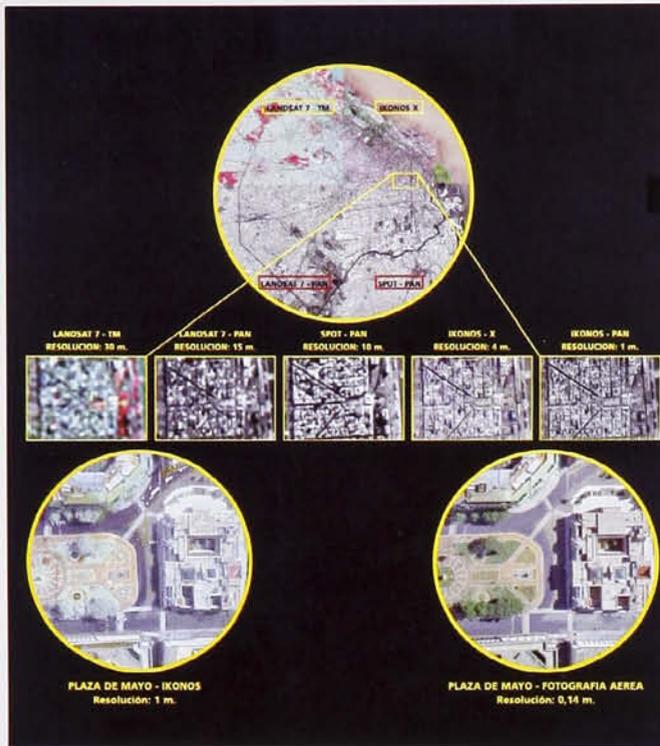
## COMPOSICION DE LA RED SIRGAS.

La Red SIRGAS está compuesta por 57 puntos distribuidos en toda Sudamérica, 4 de los cuales se encuentran en Chile.

Los cálculos fueron realizados independientemente por el Instituto de Investigaciones Geodésicas de Alemania (DGFI), la Agencia Cartográfica del Departamento de Defensa de los Estados Unidos (DMA) y el Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE). El nuevo datum horizontal fue medido, procesado y ajustado, durante los años 1995 -1996, y las coordenadas definitivas de la red SIRGAS fueron dadas a conocer en la Asamblea de la Asociación Internacional de Geodesia (AIG) que tuvo lugar en Río de Janeiro, en septiembre de 1997. Este sistema quedó materializado por las coordenadas geocéntricas de cinco estaciones permanentes de rastreo del Servicio Internacional de GPS para Geodinámica (IGS): Richmond (USA); Kouru (Guayana Francesa); Fortaleza (Brasil); Arequipa (Perú); Santiago (Chile).

## SITUACION EN CHILE

La cartografía nacional hasta el año 2002, se regía por los siguientes datum:



Datum Punto Sudamericano del año 1956 (PSAD 56)

- De la latitud sur 17° 30' hasta los 43° 30'
- Referenciado a La Canoa, Venezuela
- Elipsoide Internacional 1924
- Escala 1:50.000
- Escala 1:250.000 (todo el país)

Datum Sudamericano del año 1969 (SAD 69)

- De la latitud sur 43° 30' al Sur
- Referenciado en Chúa, Brasil
- Elipsoide Sudamericano 1969
- Normado por el IPGH
- Escala 1:50.000
- Escala 1:25.000 (áreas de interés económico)

## MODERNIZACION Y HOMOGENEIZACION DE LA RED GEODESICA NACIONAL



A partir del año 2000 y bajo el marco geodésico obtenido con las mediciones de la campaña "SIRGAS

2000", el Instituto Geográfico Militar dio inicio al proyecto de Modernización y Homogeneización del nuevo marco de referencia del país, denominado "Red Geodésica Nacional SIRGAS Chile" (RGN SIRGAS CHILE). Como resultado de este proyecto se obtuvo el nuevo Marco de Referencia Geocéntrico Nacional, el cual inicialmente se estableció con un total de 297 vértices geodésicos de alta precisión a lo largo de todo el país.

## RED DE ESTACIONES ACTIVAS FIJAS (EAF)

La mayoría de los puntos de referencia SIRGAS, son Estaciones Activas Fijas, materializadas por Estaciones GPS de monitoreo continuo, que permiten calcular diariamente coordenadas de la actual ubicación espacial del punto sobre la superficie de la tierra, para:

- Un monitoreo de deformaciones de la superficie.
- Cálculo de velocidades.
- Red de apoyo a las mediciones diferenciales de usuarios GPS.

Asegurando con esto, el monitoreo continuo de movimientos producidos por la alta sismicidad que presenta nuestro país. Además, de servir como estaciones de referencia para la densificación permanente de la nueva Red Geodésica Nacional Sirgas Chile.

## PARAMETROS DE TRANSFORMACION DE COORDENADAS

Se establecieron parámetros de transformación de coordenadas en el país con un 95% de precisión (+/- 5 metros) entre:

PSAD-56 y SIRGAS

SAD-69 y SIRGAS

## CD SIRGAS CHILE

Desde diciembre 2003, se encuentra disponible un CD denominado SIRGAS CHILE, el que contiene toda la información relativa al Sistema de Referencia, vértices

geodésicos y monografías de la Red Geodésica Nacional SIRGAS CHILE.

### PROYECTO CAMPAÑA CONJUNTA DE MEDICIONES DE DENSIFICACION DE LA RED GEODESICA NACIONAL

El Instituto Geográfico Militar tiene previsto realizar una campaña masiva de mediciones conjuntas geodésicas en el país, con la participación de entidades privadas y públicas para densificar los vértices de control horizontal de la Red Geodésica Nacional SIRGAS CHILE. Para lo cual, durante octubre se realizarán mediciones durante un mínimo de 48 horas con empleo de equipos georreceptores geodésicos de señal satelital GPS de do-

ble frecuencia, cuya data en formato RINEX será recepcionada por el IGM para ser validada y procesada e incrementar la mencionada Red.

### PROYECTO DENSIFICACION DE ESTACIONES ACTIVAS FIJAS

Dado que una gran mayoría de puntos de referencia SIRGAS son Estaciones Activas Fijas GPS de monitoreo continuo, las que permiten calcular diariamente coordenadas de la actual ubicación espacial del punto sobre la superficie de la tierra, con la finalidad de medir movimientos producidos por la alta sismisidad del territorio, se tiene previsto durante el año 2005 aumentarlas en cantidad y densificar dicha Red. ■



**MINERA MERIDIAN**



**EL PEÑON**  
**Una mina de oro**

**diferente**

# Principales Acuerdos del Departamento de Propiedad Minera del Sernageomin



**Manuel Bernal**

*Jefe Departamento de Propiedad  
Minera-Sernageomin*



**Gonzalo Astorquiza**

*Jefe Departamento  
Jurídico-Sernageomin*

Los funcionarios del Sernageomin que desarrollan sus actividades relacionados con el Departamento de Propiedad Minera del Sernageomin, se reúnen anualmente, con el objeto de intercambiar ideas, actualizar conocimientos y aunar criterios.

A continuación se presentan los principales acuerdos adoptados en dichas reuniones y además se entrega información de carácter general, del Departamento de Propiedad Minera del Sernageomin.

## **PRINCIPALES ACUERDOS TECNICO-LEGALES**

- (1) En el informe técnico que estipula el artículo 79 del Código de Minería, se deberá tener presente que por cada operación de mensura, debe existir un hito de mensura.
- (2) En el informe mensual que envían los Encargados de Propiedad Minera de las Direcciones Regionales, se debe indicar la cantidad y tipos de consultas efectuadas por el público en general.
- (3) En el informe técnico que estipula el artículo 79 del Código de Minería, se deberá tener presente que en caso que el terreno manifestado no coincida con el abarcado por la solicitud de mensura, el área máxima que se puede cubrir con la operación de mensura, es el área común que existe entre la manifestación y la solicitud de mensura.
- (4) Los Encargados de Propiedad Minera de las Direcciones Regionales, deberán informar a la Sede Central, todos aquellos vértices dudosos.
- (5) El plano de mensura debe contener el respectivo Rol Nacional de la pertenencia o grupo de pertenencias.
- (6) Si existe error en el nombre de las pertenencias y/o fecha, que debe llevar impreso el hito de mensura, se podrá acreditar su corrección, a través del respaldo de una fotografía.
- (7) En cada Dirección Regional de la Institución, se mantendrá como máximo 15 días, el expediente de operación de mensura, en el cual no se acompañó la respectiva carpeta con antecedentes de terreno.



- (8) El informe de operación de mensura se hará solamente a través de las Direcciones Regionales.
- (9) Todo el personal del Sernageomin, que se desempeña en el ámbito de Propiedad Minera, no debe calcular para terceros, coordenadas UTM del punto de interés (manifestación) o del punto medio. (pedimento)
- (10) Un certificado emitido por un Conservador de Minas, que acredite que una pertenencia o grupo de pertenencias no fue inscrito dentro del plazo de los 120 días estipulado en el artículo 89 del Código de Minería, no basta para eliminar esta pertenencia o grupo de éstas, de nuestra base de datos. En efecto, al respecto se requiere una resolución judicial.
- (11) En los informes técnicos estipulados en los artículos 57 y 79 del Código de Minería, no se debe informar como observación:
  - El pago insuficiente de la patente proporcional.
  - El no cumplimiento de algún plazo estipulado en el procedimiento de constitución de la concesión.
- (12) Los linderos que se consideran inaccesibles para los efectos de su construcción son:
  - Linderos que quedan ubicados en lugares cuya materialización trae consigo algún tipo de riesgo para las personas (Ej. Acantilados)
  - Linderos cuya construcción es inconveniente debido a que se ubican en lugares de uso público (Ej. Carreteras, riberas de playa, caminos, pistas de aeródromos)
- (13) Los Inspectores y Encargados de Propiedad Minera de las Direcciones Regionales, deberán constatar en terreno que los linderos de la operación de mensura,

estén contruidos de acuerdo con la forma y dimensiones, estipulados en el artículo 32 del Reglamento del Código de Minería.

- (14) Los informes estipulados en los artículos 57 y 79 del Código de Minería, se deben revisar acorde con la fecha de ingreso de los respectivos expedientes a la Dirección Regional.
- (15) Los expedientes se deben devolver al Juzgado por conducto regular, aunque éstos hayan llegado por mano.
- (16) En la revisión de una operación de mensura, se debe comprobar que el perito mensurador esté habilitado para desempeñar su función, de acuerdo al respectivo Decreto Supremo.
- (17) En caso de ausencia del Director Regional, las constancias estipuladas en el artículo 42 del Reglamento del Código de Minería, pueden ser firmadas por el Encargado de Propiedad Minera de la Dirección Regional.
- (18) Se debe verificar que al recepcionar un documento del Juzgado (Oficio o Expediente) éstos vengam debidamente firmados, pues en caso contrario se debe devolver al Tribunal.
- (19) Entregar a un perito mensurador o interesado, una copia de un Oficio Ordinario del Sernageomin antes que éste sea recibido por el Tribunal, significa contradecir el objetivo de los artículos 57 y 79 del Código de Minería.
- (20) El acta de mensura puede ser redactada en hojas tamaño oficio o en papel proceso

## INFORMACION GENERAL

- (1) Recientemente la Institución adquirió el siguiente instrumental para desarrollar las funciones que le competen al Departamento de Propiedad Minera: sistema geodésico GPS de doble frecuencia, 4 Estaciones Totales y 6 equipos de radios, uno para cada Dirección Regional.
- (2) Los costos en que el Sernageomin debe incurrir por concepto de las publicaciones, que se deben efectuar en el mes de Junio de cada año (Artículo 90 del Código de Minería) en los últimos años son los siguientes:



**Costo Total Nacional (\$)**

Año 2001	Año 2002	Año 2003
20.119.590	21.207.309	25.252.433

- (3) La cantidad de informes de operaciones de mensuras emitidos por el Sernageomin a nivel nacional son los siguientes:

**Operaciones de Mensura**

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003
N°EXP	3247	2846	2759	2685	3179

**Solicitudes de Sentencias Constitutivas de Concesiones de Exploración**

AÑO	1999	2000	2001	2002	2003
N°EXP	7825	8298	6836	10136	11639

- (4) En el Diario Oficial en su edición de fecha 19 de marzo de 2004, aparece publicada la Resolución N° 3.835 que aprueba el Reglamento para la calificación e inclusión en propuesta de designación de peritos mensuradores.

- (5) Se encuentra en trámite un Proyecto de Decreto Supremo que regula el artículo 238 del Código de Minería (Publicaciones que, según dispone el Código de Minería deberán hacerse en el Diario Oficial)



- (6) En el Diario Oficial en su edición de fecha 19 de marzo de 2004, aparece publicada la Resolución N° 3.835 que aprueba el Reglamento para la calificación e inclusión en propuesta de designación de peritos mensuradores.
- (7) Recientemente, el Sernageomin ha introducido una nueva variable de control de gestión, la cual dice relación, con el tiempo promedio, expresado en días, del despacho de los expedientes. A nivel nacional, durante el año 2004, estas cifras fueron las siguientes:

**(1) Revisión de operaciones de mensura**

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
80	99	93	114
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
72	80	67	86

**(2) Revisión de solicitudes de sentencias constitutivas**

ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL
19	32	33	42
MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO
22	28	23	23

# Aplicación de Estaciones de Referencia GPS en el Catastro Minero



**Víctor Olivares**

Ingeniero Ejecución - Sernageomin



**Andrea Banderas**

Ingeniero Ejecución - Sernageomin



Actualmente el Servicio Nacional de Geología y Minería ha instalado 3 estaciones de referencia en la Dirección regional La Serena, Dirección Regional Zona Central y en la Sede Central.

La Estación de Santiago se instaló en conjunto con el IGM, dentro del marco de una tesis de alumnos de la Universidad de Santiago de Chile. La Estación de Quilpué se georreferenció con la estación de Santiago y Peldehue, perteneciente al IEG, además se le dio coordenadas en PSAD56 con puntos IGM de la zona. Por último, la estación de La Serena se midió con Santiago, Quilpué y Peldehue.



## VENTAJAS DE LA UTILIZACION DE ESTACIONES DE REFERENCIA EN LA REVISION DE MENSURAS.

- Solo se requiere de un equipo en terreno.
- Con sesiones de algunos minutos se obtienen precisiones submétricas.
- El costo de operación es más reducido en comparación con cualquier otro método.
- El tiempo horas hombre es inferior al trabajo tradicional.

## COMPARACION EN REVISION DE HITOS DE MENSURA (HM) DESDE ESTACION GEOV EN QUILPUE.

HM	COORDENADAS ACTA		COORDENADAS GPS		D.NORTE	D.ESTE	DISTANCIA	TOL.	ERROR	DIF.
	NORTE UTM	ESTE UTM	NORTE UTM	ESTE UTM						
<b>GEOV</b>	6341213,952	271741,030	6341213,952	271741,030	0,000	0,000				
<b>HM1</b>	6340139,439	281875,902	6340210,230	281876,436	-70,791	-0,534	10183,114	<b>0,509</b>	<b>70,793</b>	-70,284
<b>HM2</b>	6233916,199	312827,783	6233908,828	312828,343	7,371	-0,560	114886,379	<b>5,744</b>	<b>7,392</b>	-1,648
<b>HM3</b>	6234105,607	312781,237	6234097,815	312781,193	7,792	0,044	114693,296	<b>5,735</b>	<b>7,792</b>	-2,057
<b>HM4</b>	6271118,975	340105,756	6271116,131	340106,223	2,844	-0,467	97910,643	<b>4,896</b>	<b>2,882</b>	2,013
<b>HM5</b>	6286194,472	304962,860	6286194,176	304963,194	0,296	-0,334	64263,465	<b>3,213</b>	<b>0,446</b>	2,767
<b>HM6</b>	6234670,052	316705,084	6234665,744	316703,911	4,308	1,173	115634,564	<b>5,782</b>	<b>4,465</b>	1,317
<b>HM7</b>	6233908,677	315369,982	6233903,853	315369,087	4,824	0,895	115824,821	<b>5,791</b>	<b>4,906</b>	0,885
<b>HM8</b>	6281361,099	332045,979	6281359,375	332047,364	1,724	-1,385	84960,956	<b>4,248</b>	<b>2,211</b>	2,037
<b>HM9</b>	6281060,868	329745,090	6281059,163	329746,312	1,705	-1,222	83558,843	<b>4,178</b>	<b>2,098</b>	2,080
<b>HM10</b>	6286125,739	328230,701	6286127,203	328232,685	-1,464	-1,984	78897,403	<b>3,945</b>	<b>2,466</b>	1,479
<b>HM11</b>	6285818,689	327844,691	6285820,176	327846,725	-1,487	-2,034	78836,839	<b>3,942</b>	<b>2,520</b>	1,422
<b>HM12</b>	6336698,497	323636,276	6336693,935	323632,695	4,562	3,581	52093,717	<b>2,605</b>	<b>5,800</b>	-3,195
<b>HM13</b>	6320363,812	338623,654	6320362,642	338626,310	1,170	-2,656	70057,240	<b>3,503</b>	<b>2,902</b>	0,601
<b>HM14</b>	6322228,575	321557,852	6322227,760	321561,352	0,815	-3,500	53311,809	<b>2,666</b>	<b>3,594</b>	-0,928
<b>HM15</b>	6331164,151	325676,861	6331207,593	325678,037	<b>-43,442</b>	<b>-1,176</b>	54854,329	<b>2,743</b>	<b>43,458</b>	-40,715
<b>HM16</b>	6419371,508	296799,666	6419374,221	296801,459	-2,713	-1,793	82063,908	<b>4,103</b>	<b>3,252</b>	0,851
<b>HM17</b>	6399756,022	296690,685	6399757,389	296693,906	-1,367	-3,221	63627,797	<b>3,181</b>	<b>3,499</b>	-0,318
<b>HM18</b>	6436678,363	295308,727	6436682,045	295310,184	-3,682	-1,457	98332,238	<b>4,917</b>	<b>3,960</b>	0,957
<b>HM19</b>	6375752,882	302306,783	6375751,412	302309,527	1,470	-2,744	46127,755	<b>2,306</b>	<b>3,113</b>	-0,807
<b>HM20</b>	6374905,004	300987,522	6374903,697	300990,274	1,307	-2,752	44616,176	<b>2,231</b>	<b>3,047</b>	-0,816
<b>HM21</b>	6414592,099	344733,066	6414625,934	344809,412	<b>-33,835</b>	<b>-76,346</b>	103594,062	<b>5,180</b>	<b>83,508</b>	-78,328
<b>HM22</b>	6438894,514	296217,926	6438896,722	296218,721	-2,208	-0,795	100698,148	<b>5,035</b>	<b>2,347</b>	2,688

### ¿POR QUE SIRGAS?

- Diferentes Datum en Chile
- SNIT
- Tecnología GPS
- Unificación de datos con otros países

### POSIBLES PROBLEMAS CON EL CAMBIO A SIRGAS

- Anotación al margen en actas de mensura inscritas.
- Superposición de concesiones.
- Pequeños mineros.
- Marcha blanca.
- Modificación al Reglamento del Código de Minería.

### CRITERIOS A CONSIDERAR EN LA APLICACION DE SIRGAS

Se puede realizar de dos formas:

- Aplicación de parámetros de transformación.
- Ligazón directa de cada Hito de Mensura (HM).

- Los parámetros del IGM para Chile son tres pares con  $\pm 5$  metros.
- Aproximadamente un 10% de las mensuras inscritas tiene error de posición sobre los 10 metros, por lo que la aplicación de parámetros arrastraría estos errores.
- Es la oportunidad histórica de corregir errores y dejar un catastro perfecto.
- Se debe considerar la concesión bajo el concepto de "cuerpo cierto", es decir, con la ubicación que tiene el HM, con sus visuales características y los linderos vértices. Esto por que allí la reconoce y están los intereses del concesionario.

### METODOLOGIA A UTILIZAR EN LA LIGAZON DIRECTA DE LOS HM

- Implementación de una Red de Estaciones de Referencia Activa GPS.
- Ligazón de cada HM o PP mediante contratistas.
- Georreferenciar los linderos vértices a partir del capítulo descripción del perímetro del acta de mensura.

## PROYECTO PILOTO

Se requiere realizar un proyecto piloto que permita evaluar todas las posibilidades de la aplicación de SIRGAS. Este debiera realizarse en tres zonas del país, norte, centro y sur.

- Actividad
  - Recopilación de información.
  - Ficha de catastro de todas las concesiones, en PSAD56.
  - Plano con las concesiones.
  - Adquisiciones de coordenadas de vértices en Sirgas.
  - Actas de mensuras y planos.
- Plan de trabajo
  - Recopilación de información
  - Selección de empresa contratista que realizará ligazón geodésica directa a cada hito de mensura y calculará las coordenadas de cada lindero vértice.
  - Reunión con la Asociación Minera del sector, para explicar el trabajo y facilitar el acceso.
  - Creación de vértice central que permita realizar el trabajo por medio de radiación con GPS, cumpliendo con las normas del Servicio.
  - Identificación y ligazón de cada HM, HR, PP o pozo de ordenanza.
  - Cálculo de coordenadas del perímetro de cada concesión a partir del vértice medido para cada una de ellas. Apoyado en el acta y plano de mensura.
  - Confección del Sistema de Información del catastro (SIG).
  - Análisis, conclusiones e informe final. ■



**La Seguridad es nuestro principal Tesoro**

**Minera El Tesoro**  
Ahumada #11 Of. 501  
Tel: +56 2 422 4300  
Fax: +56 2 369 0894  
Santiago • Chile

# Aspectos Técnicos en la Transformación de Coordenadas a SIRGAS 2000

**René Zepeda**

Ingeniero de Ejecución en Geomensura  
Académico y Asesor de Empresas



## CONSIDERACIONES INICIALES

En Volumen 2, del Manual de Carreteras (MC) del Ministerio de Obras Públicas se introdujeron procedimientos geodésicos para referenciar los trabajos topográficos. Entre los conceptos y criterios esenciales adoptados se encuentran:

- Incorporación como práctica habitual de trabajo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), que opera referido a Sistemas Geodésicos, en particular el WGS-84 (World Geodetic System de 1984), y previendo en la época de su publicación, el uso actual del sistema de referencia oficial SIRGAS.
- Conceptos y definiciones de los principales Sistemas de Referencia Geodésicos y sus Ecuaciones de Transformación (Sección 2.302),
- Sistemas de Proyección habitualmente empleados en Chile (UTM) y sus derivaciones para uso en proyectos Ingeniería Local Transversal de Mercator (LTM) aplicado a los Proyecciones Transversales Locales (PTL) (Sección 2.303),
- Conceptos operativos del Sistema GPS (Sección 2.304), las características de los Instrumentos GPS disponibles en la actualidad (Tópico 2.305.3) y finalmente los
- Métodos de Medición Mediante GPS (Secciones 2.312 y 2.313).

## ADOPCION DEL SISTEMA MUNDIAL WGS-84

Considerando que los sistemas de referencia clásicos usados en Chile de 1<sup>er</sup> orden geodésico, PSAD-56 y SAD-69, son materializados con precisión nominal de 1/100000 (10 Partes por Millón), toda georreferenciación materializada a partir de esas marcas geodésicas, estará sujeta, al menos, a ese orden de precisión, resultando en la práctica en STC del mismo orden de precisión

A continuación se muestra un cuadro con las precisiones de los sistemas de referencia geodésicos, de acuerdo a su época tecnológica, claramente se nota un significativo aumento de la precisión alcanzada debido al adve-

	Categ. redes	Orden	Orden clásico	Precisión PPM	Precisión 1/P
Tecnología GPS Desde los años 90	geodinámica Itrs - Sirgas	AA	-	0,01	100.000.000
	red nac. primaria deformación	A	-	0,1	10.000.000
	redes locales ingeniería	B	-	1	1.000.000
Redes Clásicas Anterior a los años 90	control mapeo	C	1 <sup>er</sup> orden	10	100.000
	?	D	2 <sup>o</sup> orden	20	50.000

nimiento de la tecnología satelital en el posicionamiento, traduciéndose en mejoría de hasta 1000 veces en la materialización de SIRGAS.



Materialización de PSAD-56 y SAD-69



Materialización de SIRGAS

El año 2003 el Instituto Geográfico Militar – IGM, anunció la materialización SIRGAS, como referencia geodésica en Chile, bajo la designación oficial SIRGAS2000. Anterior al 2003, diversos organismos ya habían adoptado ese sistema, o su equivalente, el MOP fue uno de ellos a través del MC. Cabe también destacar el proyecto de Catastro de las Rutas de Chile, de la Dirección de Vialidad, referido en la práctica a SIRGAS2000.

Con lo anterior se asegura que las obras viales queden referidas a un sistema considerado de altísima "exactitud", evitándose las incompatibilidades que anteriormente pudieron existir.

## REFERENCIA DE PLANOS DE PLANTA

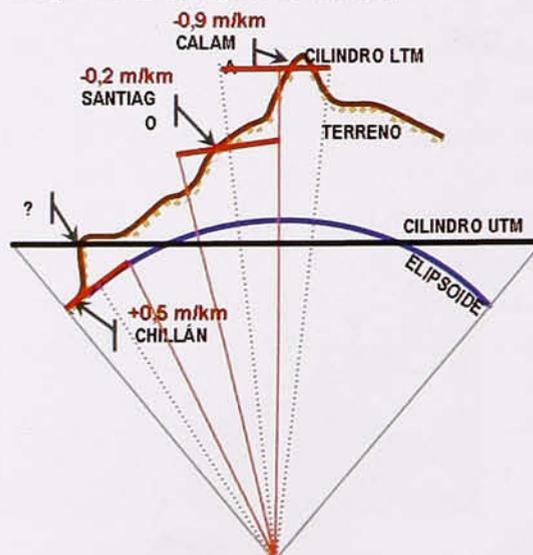
Históricamente se ha utilizado en diferentes escalas, la proyección Universal Transversal de Mercator – UTM, incluyendo planos de planta para obras viales.

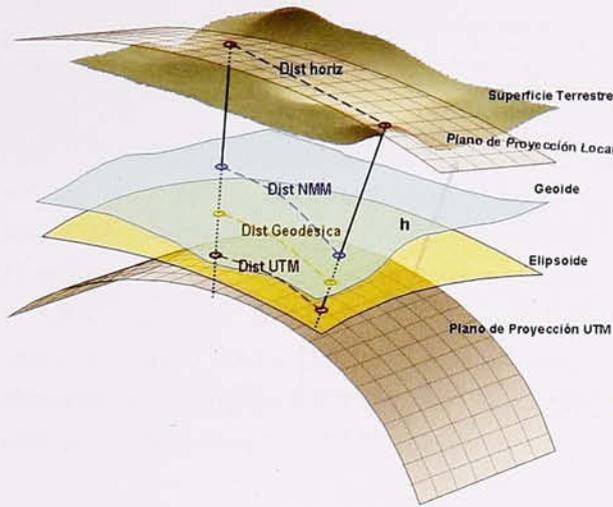
En toda representación plana hay involucrados dos aspectos geométricos:

- geodésico: es tarea de la geodesia expresar magnitudes de la Tierra real, es decir de terreno, reducidas a la Tierra analítica, el elipsoide de referencia
- cartográfico: cualquier proyección, por definición, considera la representación de una área elíptica, tratada geodésicamente, sobre el plano de proyección, existiendo principalmente deformaciones de escala entre elipsoide y plano de proyección

Lo anterior indica que cualquier obra proyectada debe considerar la relación entre las magnitudes lineales de terreno (distancia horizontal) y su proyectada plana (distancia plana)

En Chile, por sus acentuados desniveles topográficos, ocurren diversas situaciones de deformación lineal, entre la superficie terrestre y el plano UTM. Esto se grafica de la siguiente manera:





El Capítulo 2.300 del Volumen 2 incorpora el concepto de Planos Topográficos Locales, bajo una proyección Transversal de Mercator (TM) modificada (LTM), con objetivo de hacer que las distancias de terreno sean consideradas iguales a sus proyectadas. De esa forma el Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) de un proyecto vial estará siempre métricamente compatible con su realidad, evitando diferencias de escala lineal en las fases de replanteo de la obra.

### MATERIALIZACION DEL STC

El STC debe ser siempre ligado directamente a puntos referidos a WGS-84 (en la práctica SIRGAS2000).

A partir de ahora los Proyectos Viales emplearán una proyección Local Transversal de Mercator (LTM) modificada para representar los Planos. Lo anterior implica abandonar (de hecho nunca se uso cabalmente), la proyección UTM para los estudios de ingeniería; ello porque si bien para cartografía de escala pequeña, por ejemplo 1:50.000, la proyección UTM es adecuada, para estudios en escala 1:5.000 (intermedia); 1:2.000, 1:1.000 ó 1:500 (grandes), las discrepancias de las distancias por el elipsoide respecto de las proyectadas sobre el plano de proyección, resultan inaceptables, problema que se soluciona al emplear una proyección LTM.

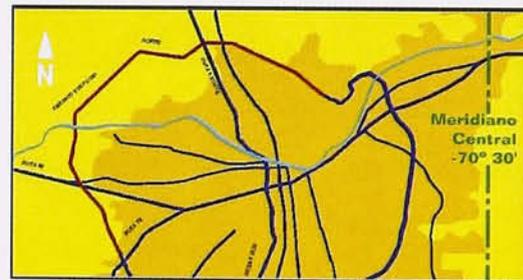
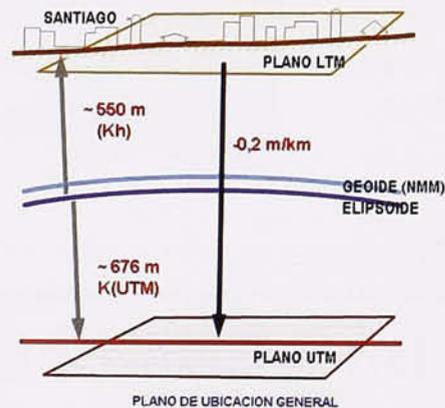
$$KT = \frac{Kh}{K(UTM)}$$

$$\text{Distancia Plana (UTM)} = \frac{\text{Distancia Horizontal}}{KT}$$

### CASO DEL PROYECTO AMERICO VESPUCCIO NORTE

Santiago está situado en altura, en media, a 530 metros sobre el NMM y 550 metros sobre el elipsoide WGS-84, además se encuentra, respecto a la proyección UTM en la zona de reducción de distancias, lo que hace finalmente que las distancias se reduzcan al plano UTM, aproximadamente 20 centímetros por kilómetro.

Para el Proyecto Américo Vespucio Norte, el Sistema Geodésico de Transporte de Coordenadas, se escogió un plano coincidente en altura con el terreno de Santiago.



Los Parámetros Geodésicos y Cartográficos empleados fueron:

DATUM : WGS-84 (compatible con el actual SIRGAS200)

PROYECCIÓN : LTM (Local Transversal de Mercator)  
PTL (Plano Topográfico Local) h= 550m

Parámetros de Proyección:

MC Local = -70°30'

FN Local = 7.000.000 m

FE Local = 200.000 m

Ko Local = 1,000086234

Ligazón : Punto GPS Geodésico "SANT" (Peldehue),  
de la Red Mundial IGS (Internacional GPS  
Service)

Coordenadas :  $\Phi = -33^{\circ}09'01,04321''$  ;  
 $\lambda = -70^{\circ}40'06,80136''$  ;  
h = 723,070

## CONSIDERACIONES FINALES

Una de las principales ventajas para la adopción de las normas de Geodesia y Topografía, contenida en el Volumen 2 del MC, ha sido que el uso masivo de sistemas automatizados, como CAD y GPS, entre ellas se cuentan:

- materialización, por parte del IGM y organismos estatales, de una estructura geodésica confiable y precisa, compuesta por un gran número de puntos y de fácil acceso.

- las bases conceptuales de generación de PTLs son las mismas de la proyección UTM, no siendo necesario significativo entrenamiento adicional, a los técnicos encargados de estas tareas.
- amplio uso de la tecnología GPS permiten realizar controles de calidad a las mallas geodésicas, alcanzando precisión del orden de 1 Parte por Millón (1 PPM).
- Todos los programas, CAD y GPS, traen incorporado rutinas de conversión de coordenadas TM, bastando para ello imponer parámetros particulares en la definición de los PTLs.

La puesta en marcha de las normas de Geodesia y Topografía, ha demostrado que la adopción de un sistema geodésico consistente (SIRGAS2000) en conjunto con planos locales (PTL) es una respuesta eficiente a los requerimientos modernos. ■



**Bucyrus International (Chile) Ltda**

**MAQUINARIA PARA LA MINERÍA**  
**Servicio de Mantenimiento, Reparación**  
**en Talleres y Terreno**

Certificación en:  
ISO 9001:2000 Calidad  
ISO 14001:1996 Medio Ambiente  
OHSAS 18001:1999 Seguridad y Salud

**P. Aguirre Cerda N° 11776, Sector La Chimba, Antofagasta**  
**Fonos: (55) 434900 • Fax: (55) 494993 • www.bucyrus.cl**

# Desde Regiones

*Administración de Empresas Contratistas en la Actividad Minera*

## **La Contratación y Subcontratación de Servicios Externos y su Influencia en los Accidentes Laborales**

**Jorge Luis Guerra**  
*Ingeniero Civil de Minas*  
*Director Regional*  
*Sernageomin II Región*



En los últimos 30 años en el sector minero nacional ha habido una disminución considerable en las tasas de frecuencia, gravedad y fatalidad, producto, sin duda, de un trabajo permanente y conjunto de todos los actores de esta actividad, tanto del sector público como privado.

Asimismo, en comparación con otros sectores productivos, también el área minera muestra su liderazgo al registrar las tasas de accidentabilidad más bajas del país.

En lo relativo a la participación de las empresas de servicios externos en las operaciones mineras, las cifras muestran un aumento importante tanto de empresas contratistas como de subcontratistas, lo que conlleva la necesidad de aunar esfuerzos entre ellas y las entidades mandantes para compatibilizar los estándares de trabajo de las organizaciones en su conjunto.

De esta manera las empresas de servicios pueden mejorar sus estándares operacionales y al mismo tiempo las mandantes pueden generar las condiciones para que las primeras alcancen los mismos niveles de eficiencia técnica, económica y preventiva. Lo anterior, sin duda, debe extenderse también a todos los niveles de subcontratación.

En la medida en que se van logrando mejores resultados, esto es, la disminución de los índices de accidentabilidad, la tarea de mantenerlos y optimizarlos en un proceso de mejoramiento continuo se torna más complejo.

Es por ello que las organizaciones deben buscar los instrumentos necesarios para consolidar la disminución de accidentes laborales en sus faenas mineras.

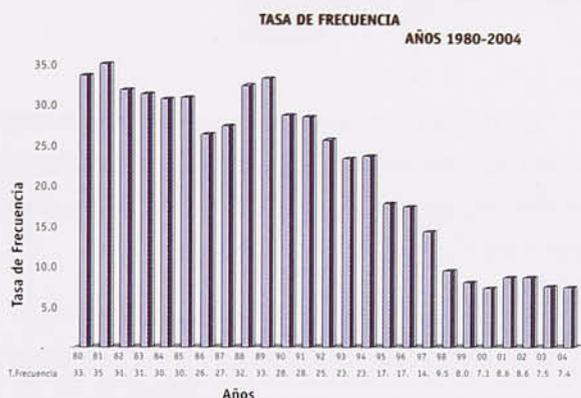
En este artículo se analizará una variable de gran trascendencia sobre la que podríamos acentuar nuestro trabajo para mantener y/o mejorar aún más los resultados hasta ahora alcanzados. Me refiero principalmente a la **administración efectiva de las empresas de servicios externos**, tema central de este artículo.

En este ámbito, un número importante de empresas ha ido desarrollando excelentes programas de gestión que involucran tanto a empresas mandantes como contratistas con la filosofía de **todos una misma empresa y los mismos estándares**, cuyos resultados han sido muy alentadores, no obstante otras se están quedando muy atrás y la diferencia de las pautas operacionales y de seguridad entre una y otra generan una alta vulnerabilidad a los accidentes.

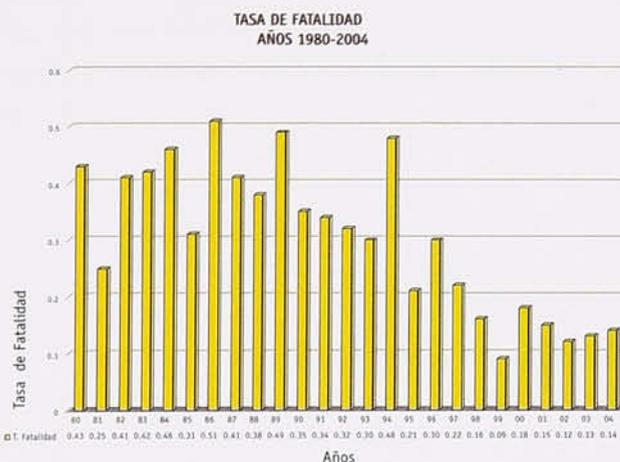
## TASA DE ACCIDENTABILIDAD EN EL SECTOR MINERO EN CHILE. PERIODO 1980 - 2004

Antes de entrar en materia, los gráficos N° 1, 2 y 3 dan muestra de los avances que ha experimentado el sector minero nacional en materia de seguridad. Los mismos muestran también una leve tendencia al aumento de los accidentes fatales en el país en los últimos tres años.

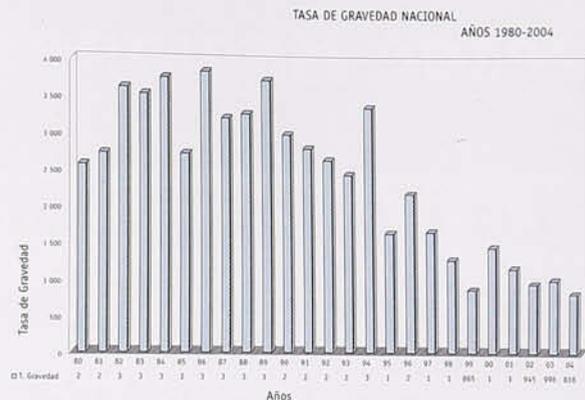
Lo anterior nos lleva a reafirmar que de los grandes avances que se han obtenido, las variables asociadas a una mayor actividad minera, reactivación de la pequeña minería y el aumento permanente y continuo de las empresas de servicios externos, nos exige la implementación permanente de instrumentos que permitan continuar con la curva decreciente en la ocurrencia de los accidentes que ha destacado a la actividad minera. Esta es una tarea compleja pero necesaria y los desafíos son muchos.



**Gráfico 1.** El gráfico muestra un claro decrecimiento de la Tasa de Frecuencia de 33,6 el año 1980 a 7,43 el año 2004. Este gráfico es un gran estímulo a continuar desarrollando los máximos esfuerzos para mantener las curvas de accidentabilidad en decrecimiento.



**Gráfico 2.** El gráfico muestra un decrecimiento de los Índices de Fatalidad, los que han experimentado una disminución importante, de 0,43 el año 1980 a 0,14 el año 2004. Los esfuerzos en esta materia deben continuar.

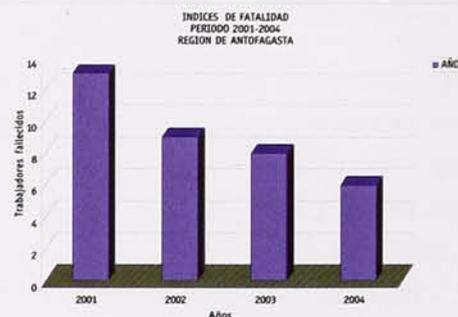


**Gráfico 3.** El gráfico muestra un decrecimiento de los Índices Gravedad, los que han experimentado una disminución importante, disminuyendo de 2566 el año 1980 a 814 el año 2004

## EVALUACION DE LOS AVANCES LOGRADOS EN MATERIAS DE SEGURIDAD LABORAL EN EL SECTOR MINERO

De acuerdo a los gráficos mostrados anteriormente, el trabajo realizado por el sector público y privado, ha sido fructífero, lo que ha permitido bajar sustancialmente los índices de accidentabilidad en frecuencia, gravedad y fatalidad.

No obstante lo anterior, tenemos que reconocer que aún tenemos una gran tarea, la que debe ser continua y perseverante, al permitirnos no sólo mantener los resultados hasta ahora alcanzados, sino que continuar con la disminución de los diferentes índices de accidentabilidad en el sector, para alcanzar los más altos estándares hacia el efectivo control de los riesgos.



**Gráfico 4**

### Tasa de Accidentabilidad en la II Región

En este mismo contexto y en una evaluación del período 2001 – 2004 en la Región de Antofagasta, podemos observar en el gráfico N° 4 que se ha experimentado una leve pero significativa disminución de los accidentes fatales en un escenario de aumento tanto del número de horas hombres en los últimos años, como de las faenas de la pequeña minería.

## EMPRESAS MINERAS MANDANTES Y EMPRESAS DE SERVICIOS EXTERNOS

Según el cuadro que se muestra a continuación, la contratación y subcontratación de empresas de servicios ha ido en permanente aumento, lo que también se ha producido en las empresas subcontratistas hasta niveles bastante profundos de subdelegación. Tanto así, que el promedio porcentual de las empresas contratistas sobre las mandantes es del orden del 70% y se espera que estas cifras aumenten aun más en el futuro.

**Número de empresas en la minería chilena 1999-2004**

Año	Mandantes	Contratistas
1999	302	1079
2000	314	1296
2001	310	1358
2002	293	1501
2003	287	2226
2004	339	2333

En el mismo contexto, y de acuerdo a las Estadísticas de Accidentes Fatales del 2004, el porcentaje de accidentes que se concentran en las empresas de servicios externos es bastante significativo. El año 2004, de un total de 33 trabajadores fallecidos, 13 correspondieron a funcionarios de empresas de servicios externos.

Asimismo, es importante considerar tanto en empresas mandantes, contratistas y de la pequeña minería, el gran número de accidentes fatales cuya causa directa fue la caída de rocas o caída de materiales sobre los trabajadores, información que nos debe llevar a meditar respecto de dónde debemos concentrar gran parte de nuestra gestión y trabajo de control en terreno.

Es relevante evaluar el nivel de supervisión, control y trabajo en terreno que están desarrollando las empresas para dominio de los riesgos asociados a las operaciones mineras. La labor orientada a implementar sistemas con masiva documentación, que sin duda son muy efectivos, no nos debe alejar del instrumento vital y de gran relevancia que se ha ido perdiendo en las empresas: la supervisión directa y en terreno.

Lo anterior podría traducirse en un mayor control de las operaciones tanto en las empresas mandantes como sobre las de servicios externos.

## Accidentes Fatales en el Sector Minero Nacional año 2004

ACCIDENTES FATALES 29		OBSERVACIONES
Trabajadores fallecidos	33	En uno de los accidentes ocurridos fallecieron 5 trabajadores.
Gran y Mediana Minería	19	13 corresponden a empresas de Servicios Externos.
Pequeña Minería	14	El 10% de los accidentes fue producto de derrumbe y/o caída de rocas.

En el cuadro se puede apreciar que también el sector de la gran y mediana minería, se torna vulnerable a la ocurrencia de accidentes. Si consideramos que el trabajo de las empresas de servicios externos y su gestión está íntimamente asociado a la eficiencia de las empresas mandantes, podemos decir que los accidentes o fallas en el control de los riesgos de las empresas de servicios de esta área se deben a deficiencias en los sistemas de gestión de ambas organizaciones en forma compartida.

### Accidentes acumulados a nivel nacional a marzo 2005

Durante el presente año, de los diez trabajadores fallecidos en igual número de accidentes fatales, el 50% se ha concentrado en las empresas de servicios externos, 30% en empresas mandantes de la gran y mediana minería y el 20% en el sector de la pequeña minería.

## LA TERCERIZACION DE OBRAS Y SERVICIOS

La tercerización de obras y servicios especializados a empresas expertas no sólo significa traspasar trabajos, sino también lleva asociada la transferencia de Riesgos Operacionales. Esto significa, que tanto la empresa mandante como la contratista, deben conjuntamente evaluar los tipos y magnitud de los riesgos, e implementar los procedimientos y las medidas de control necesarias para el desarrollo de un servicio técnicamente correcto, oportuno y que contemple la variable preventiva en todas sus etapas.

En este marco, algunas empresas han asumido correctamente esta visión y han establecido sistemas muy eficientes en la delegación de obras y servicios; no obstante otras mantienen un estilo de trabajo asistemático, falto de estándares e

,inclusive, carente de planes y programas integrales que incluyan la administración, el control y la calificación permanente de las empresas contratistas.

Ahora bien, cuando las obras o servicios son delegados en niveles muy profundos de subdelegación o a empresas contratistas no especializadas, (lo que se da en muchos casos) y además la empresa mandante no evalúa los riesgos, no exige procedimientos adecuados y no realiza efectivos programas de control, resulta sin duda que el potencial de riesgos aumenta y por lo tanto también el de ocurrencia de accidentes.

### **Principales Deficiencias en el Proceso de Contratación y Subdelegación:**

En primer lugar, las carencias en algunas empresas se inician en la empresa mandante, que es la que cuenta con todos los medios para establecer los requisitos de postulación, de contratación, estándares de trabajo, etc., y no lo hace.

Es fundamental realizar un buen sistema de clasificación y posterior calificación de las empresas de servicios, tener una clara definición de los riesgos asociados y de las variables técnicas sobre las cuales debe desarrollarse la contratación o subcontratación.

Del mismo modo, es la empresa mandante la que debe establecer los estándares de trabajo, exigir la aplicación de los procedimientos seguros de trabajo y generar las condiciones de entorno propicias para el desarrollo de una labor segura. Los programas de control y seguimiento no deben estar ausentes.

Esta gestión de las empresas mandantes, por supuesto que no exime a las de servicios externos de sus respectivas responsabilidades y del cumplimiento de las normativas en materias de seguridad minera y laboral.

Son ambas organizaciones las llamadas a desarrollar un trabajo conjunto, coordinado y en total cumplimiento con los aspectos normativos que dé plena seguridad a la integridad de los trabajadores.

### **Principales deficiencias de algunas empresas mandantes en el proceso de Contratación y Subdelegación:**

- Inadecuado sistema de gestión preventivo de la empresa mandante que no considera involucrar estrechamente su gestión con el de la contratista.

- Inexistencia de un buen sistema de selección, licitación y asignación de la empresa contratista y de las respectivas exigencias contractuales.
- Inexistencia de un sistema de control integral de empresas contratistas, que incluya entre otras múltiples variables programas sistemáticos de control, identificación de no conformidades, medidas correctivas y aprobación de sus programas de seguridad.
- Inadecuado contrato de servicios los que no incluyen exigencias básicas fundamentales para un adecuado desempeño de la empresa contratista y del último nivel de delegación de obras y servicios.

### **La Cadena de Deficiencias**

En aquellos casos en que las empresas mandantes no han sido capaces de seleccionar a una empresa especializada, no han logrado establecer los estándares de trabajo, y no realizan un buen programa de control, se inicia una cadena de deficiencias en las que también se suma la contratista, con la falta de compromiso preventivo, carencias operacionales, falta de liderazgo, incumplimiento normativo, etc.

Esta cadena de deficiencias se acentúa aún más cuando los trabajos son delegados hacia niveles profundos. Es decir, en algunos casos la empresa que termina realizando el trabajo corresponde al tercer, cuarto, hasta el quinto nivel de subdelegación, nivel en el que muchas veces la empresa no cuenta con recursos y mucho menos con el grado de especialización básico que permita hacer un buen trabajo.

A continuación detallaremos las deficiencias más comunes de algunas empresas de servicios:

- Inexistencia de procedimientos de trabajo, y si existen, muchas veces no son conocidos y menos aplicados por el personal operativo.
- Falta de liderazgo responsable y efectivo en los niveles directivos.
- Deficientes programas de control y seguimiento.
- Falta de especialización en la actividad que desarrollan.
- Desarrollo de trabajos de corto plazo (trabajos temporales), en los que incorporan trabajadores con poca experiencia, no son entrenados y muchas veces deben producir sometidos a altos niveles de exigencias.

### **Responsabilidades y Factores que Contribuyen a la Ocurrencia de Accidentes**

En primer lugar debemos entender que la accidentabilidad laboral tiene su nicho en una combinación de variables y puesto que en su ocurrencia influye la sociedad en su conjunto, debe ser visto con un enfoque global, esto es: **sistema educativo, la familia, la comunidad, la empresa y sin duda el individuo.**

Dentro de una empresa, por supuesto que la responsabilidad es de toda la organización, no obstante el nivel directo es el primer llamado a alcanzar el nivel de compromiso y liderazgo para implementar un óptimo sistema de gestión preventiva. Sistema que debe estar orientado a controlar los riesgos de accidentes tanto de la empresa mandante como de sus colaboradoras, independientemente del nivel de subdelegación.

Asimismo las entidades de servicios también deben implementar los sistemas de gestión acorde con su actividad, de tal manera de permitir el cumplimiento de la respectiva normativa y proteger la integridad de sus trabajadores.

### **Fallas de los Sistemas**

Las causas de los accidentes están en la gran mayoría de los casos asociados a **fallas de los sistemas** en su conjunto. Esto es más válido si consideramos que la probabilidad de que un trabajador quiera voluntariamente accidentarse es mínima y que el error humano gatillado por múltiples razones es un factor importante de considerar en cualquier sistema preventivo.

Para profundizar en esto, bien es sabido hoy que todos los individuos, independiente del nivel jerárquico, poseen problemas de diferentes tipos: económicos, sociales, sentimentales, familiares, enfermedades, estrés, etc. No obstante, aún considerando estas variables que influyen negativamente en el desempeño del trabajador, los sistemas de gestión preventivos deben ser planificados y desarrollados de tal forma que cubran integralmente la totalidad de estos eventos, incluyendo el error humano.

### **Empresas Mandantes y Contratistas en Trabajos Cruzados**

Resulta fundamental analizar un tema pendiente y de alta urgencia, el **análisis de riesgos de actividades cruzadas**

En aquellas actividades en que intervienen en un entorno común, varias cuadrillas de trabajo o varias empresas de servicios externos con trabajadores de empresas mandantes, se genera una alta vulnerabilidad a la ocurrencia de accidentes producto de una deficiente coordinación y planificación, por falta de procedimientos de trabajo o, simplemente, la no aplicación de éstos.

En este aspecto, son muy reducidas las empresas que, en la ejecución de este tipo de trabajos, desarrollan en forma previa al inicio y ejecución de las labores, un **análisis de riesgos de actividades cruzadas**. La exclusión de este instrumento, genera una gran vulnerabilidad y un gran potencial de riesgos. En resumen la alta probabilidad de la ocurrencia de accidentes de consecuencias incalculables.

Un ejemplo típico son las mantenciones mayores de equipos pesados, paradas de planta, etc, que son actividades que se desarrollan de acuerdo a un plazo determinado, que comúnmente está dado en períodos de corta duración. Este tipo de labores, por desarrollarse en áreas, procesos o equipos estratégicos desde el punto de vista operacional y productivo, se realizan a gran velocidad y con la participación de diferentes cuadrillas de trabajo y/o empresas de servicios externos que interactúan conjuntamente, pero muchas veces en forma totalmente descoordinada.

**El análisis de riesgos de actividades cruzadas**, debe desarrollarse con la participación de todos los actores. Debe estar orientado a realizar una programación paso a paso del orden secuencial respectivo, de manera que permita la ejecución de las actividades en forma segura, de tal forma que la actividad que genera una cuadrilla de trabajo no afecte o genere riesgos a otras cuadrillas de trabajo.

La acción de control, la identificación de las tareas más críticas y los procedimientos de trabajo son estratégicas para evitar la ocurrencia de accidentes.

Es importante que tanto gerentes, superintendentes, profesionales y trabajadores empiecen a introducir, tanto a nivel de proyectos como a nivel de las operaciones este importante concepto, que puede evitar muchos accidentes en las actividades mineras. ■

# Un nuevo paso en el crecimiento de FFE Minerals

## Sucursal en Calama

A veinte años del inicio de sus operaciones en nuestro país, FFE Minerals Chile S.A. inauguró, a partir del primero de marzo pasado, una nueva sucursal en la ciudad de Calama, Segunda Región, con el objetivo principal de atender de la manera más eficiente posible, a los grandes clientes de la zona.

Raúl Valenzuela, Gerente de Operaciones Zona Norte de FFE Minerals Chile S.A., quien encabeza esta oficina, explica que la decisión de establecerse de esta manera en la Provincia del Loa, "Obedece a la necesidad de atender nuestro mercado en forma más ágil y oportuna".

diversos administradores de proyecto y a sus equipos de trabajo, es decir, que estén participando en las diferentes iniciativas de la zona.



Como muestra de la filosofía del grupo, por cierto, extrapolable a la de la compañía, el ejecutivo expone que el método para alcanzar el éxito se basa en demostrar un trabajo serio y responsable. "Así iremos penetrando a nuevos clientes, sin embargo queremos preocuparnos de hacer las cosas bien. No es nuestra ambición estar inmediatamente en todas las mineras de la zona, debemos generar una estabilidad y dar una buena atención a los proyectos que actualmente tenemos en carpeta".

### Las metas de la nueva oficina

Entre los objetivos de la sucursal recientemente inaugurada, se cuenta cumplir con los actuales compromisos en los diferentes contratos que mantienen en la zona, establecerse firmemente en el área norte, incrementar el nivel de proyectos y maximizar las utilidades de cada uno de ellos, a través de la disminución en los tiempos de reacción y asistencia ante los diversos requerimientos.

Es así como el personal que en ella trabaja está capacitado para asistir a los equipos de trabajo de la compañía en las áreas de abastecimiento, recursos humanos, gestión de estados de pagos y asistencia de ingenieros en terreno, entre otras actividades.

"Queremos que esta oficina se convierta en el pilar fundamental de todos nuestros servicios para clientes



Agrega que "Ésta es una oficina de carácter operacional más que comercial, y pretende asistir a cada uno de los profesionales asignados a los distintos proyectos que la compañía mantiene en la región".

La intención es que los seis profesionales que laboran en la oficina (ingenieros, administrativos y personal de gestión en general) trabajen como apoyo a los



ENCUENTRO DE  
MANTENEDORES DE  
PLANTAS MINERAS  
2 y 3 de Diciembre de 2004  
Hotel Terrado Suites,  
Iquique.

APIA 2004

tan importantes como Chuquicamata, El Tesoro y El Abra, entre otros”, indica Valenzuela.

En este sentido, para la compañía esta apertura se ha transformado de alguna manera en la consolidación del gran éxito operacional que se ha logrado en otras zonas.

Es así como la oficina establecida en Salamanca, Cuarta Región, asiste todos los servicios del contrato de mantención que se ha firmado con Minera Los Pelambres. De igual manera, la oficina de FFE Minerals en Iquique, Primera Región, apoya todos los servicios que se prestan en la zona, particularmente al contrato de mantención que existe con la empresa Minera Doña Inés de Collahuasi.

“Es por eso que creemos que con esta nueva cursal dejamos cercado nuestro potencial operacional y con ellos sumamos la sinergías de todos nuestros proyectos a lo largo de Chile”, indicó el ejecutivo.

FFE Minerals es una empresa dedicada en Chile al mercado de la gran minería nacional, específicamente a

la representación de equipos de transporte de materiales, así como también al área servicios de mantención y operación en las actividades de chancado y molienda y, por ende, todos los equipos periféricos asociados a éstas.

En un mercado en constante cambio y altamente competitivo, FFE Minerals Chile S.A. busca diferenciarse privilegiando la eficiencia al momento de responder a los requerimientos de sus usuarios, por esto la calidad en el servicio hacia las empresas que demandan es su premisa de trabajo.

Al respecto, Raúl Valenzuela indica que “Nuestra estrategia está en la asistencia oportuna y en el servicio de alta calidad en los equipos que debamos intervenir, presentando soluciones reales, en plazos mínimos”.

“Esta es, en definitiva, nuestra diferencia: transmitir la confianza suficiente al cliente de tal manera que esté seguro de que lo que está invirtiendo es la solución más conveniente para resolver sus problemas”, concluyó el ejecutivo. ■

# Compañía Minera Zaldívar Gana Premio por Liderazgo y Excelencia Medioambiental

El Premio al Liderazgo y Excelencia en materia Medioambiental que entrega anualmente Placer Dome a sus operaciones a través del mundo que se destacan en este ámbito, fue otorgado recientemente a la Compañía Minera Zaldívar por la construcción de un modelo de predicción del comportamiento del agua subterránea en la Cuenca de Negrillar, tributaria sur de la Cuenca del Salar de Atacama, que ha permitido un manejo ambientalmente adecuado del recurso hídrico que abastece la faena productiva.



Este modelo asegura que las actividades mineras no afecten esta zona tan sensible con la extracción de agua desde la Cuenca de Negrillar. Asimismo, este premio también viene a reconocer el trabajo realizado en la obtención y mantención de la certificación ISO 14001, haciendo de Compañía Minera Zaldívar una de las dos minas de Placer Dome que cuenta con esta acreditación internacional.

Iniciados en 1995, los Premios Anuales del Presidente se han transformado en una muestra importante de reconocimiento para los miembros del equipo en cada mina por la implementación de las mejores prácticas en las áreas de seguridad, sustentabilidad y cuidado ambiental.

Cada año, un equipo corporativo y un equipo país,



encabezados por el Vicepresidente de Seguridad y Sustentabilidad de Placer Dome, revisan cómo ha estado el desempeño en estos ámbitos y entregan un reporte anual en el que detallan los resultados en cada una de sus operaciones en el mundo. Posteriormente recomiendan al Presidente y CEO quienes deberían ser los ganadores de cada categoría, quien toma la decisión final.

Cabe destacar que este reconocimiento es entregado por segunda vez a Compañía Minera Zaldívar, habiéndolo recibido el año 2000 por su excelente gestión en Sustentabilidad. Asimismo, es importante señalar que el año pasado esta Compañía obtuvo un importante premio en Responsabilidad Social y Ética Empresarial en la categoría empresas, que entregó la Fundación PROhumana. El estímulo reconoció la gestión innovadora, creativa y ejemplar de las organizaciones dentro del marco ético de la responsabilidad social.

Asimismo, es importante mencionar que la Compañía Mantos de Oro, otra operación de Placer Dome en Chile ubicada en Copiapó se hizo merecedora, en esta oportunidad, de la categoría Liderazgo y Excelencia en Sustentabilidad. Esta resolución se fundamentó en los notables resultados que obtuvo en materia de desarrollo cultural, educación y capacitación durante el año 2004. ■

# Area Geológica

## **El Sernageomin Organizó en Pucón el Congreso Mundial de la Asociación Internacional de Volcanología y Química del Interior de la Tierra (IAVCEI)**

El congreso realizado en Pucón en noviembre de 2004 es el más grande que se ha desarrollado en la historia de la volcanología mundial, con la participación de cerca de 900 especialistas provenientes de 41 países de todos los continentes. Dentro de las actividades científicas desarrolladas se destacó la organización de 12 simposios, que incluyeron un total de 33 sesiones temáticas y que abarcaron los aspectos más variados de la ciencia volcanológica actual, muchos de los cuales tienen incidencia directa o indirecta en el lema principal de esta asamblea: "Volcanismo y su impacto en la Sociedad".



*Participantes del congreso frente al monumento de la IAVCEI Pucón 2004, Mirador de Pucón*

# Charla Plenaria

## ¿Qué tan “Andino” es el Volcanismo en los Andes Centrales y del Sur?: Una Intrincada Historia de 180 Millones de Años”

**Dr. Constantino Mpodozis**

*Geólogo*

*Sipetrol S. A.*

El concepto y paradigma de “margen convergente de tipo Andino” surgió al poco tiempo de la aparición de la tectónica de placas, bien arraigado en la literatura geológica y en la mente de la mayoría de los geólogos. Este concepto simple incluye diversos elementos como una larga franja (arco) de volcanes andesíticos calcoalcalinos construidos a lo largo del borde externo de un continente frente a una placa oceánica subducida. Sin embargo, una revisión más detallada a los más de 5.000 km de largo de los Andes modernos, muestra que el arco magmático está fraccionado en un número de segmentos longitudinales altamente diversos. Surge entonces la pregunta de cuál es el margen “tipo Andino”: será del tipo de la Zona Volcánica Central (ZVC), donde cientos de volcanes dacíticos y gigantescas calderas se ubican sobre una gruesa corteza continental agresivamente removida por erosión de subducción; del tipo de los Andes de Sur (ZVS), donde el balance entre erosión, engrosamiento cortical y construcción volcánica es claramente desfavorable para esta última; o del tipo Zona Volcánica Austral (ZVA), donde la ocurrencia de pequeños volcanes “adakíticos” está controlada por la lenta subducción de la corteza joven y caliente de la placa Antártica; o del tipo del segmento de subducción plana de Chile central y Argentina, donde actualmente el volcanismo activo está totalmente ausente.



Si se consideran los cambios temporales que han ocurrido durante toda la historia de 180 millones de años del actual margen Andino de subducción, el problema se hace aún más complejo. El arco Andino fue establecido después que los terrenos de edad paleozoica a mesozoica temprana fueran acrecionados por subducción retenida y se desarrollara el magmatismo post-colisional, el cual originó extensas provincias volcánicas dominadas por las formaciones riolíticas del Choiyoi y Chon-Aike, durante las etapas iniciales del fraccionamiento de Gondwana. Aunque el arco andino jurásico-cretácico temprano evolucionó bajo condiciones esencialmente extensionales, en estrecha asociación con cuencas coetáneas de intraarco y de trasarco, se produjo un cambio hacia un arreglo tectónico más compresivo (subducción tipo “chilena”), cuando Sudamérica comenzó a sobre-escurrir el dominio pacífico durante el Cretácico tardío (Figs. A y B).

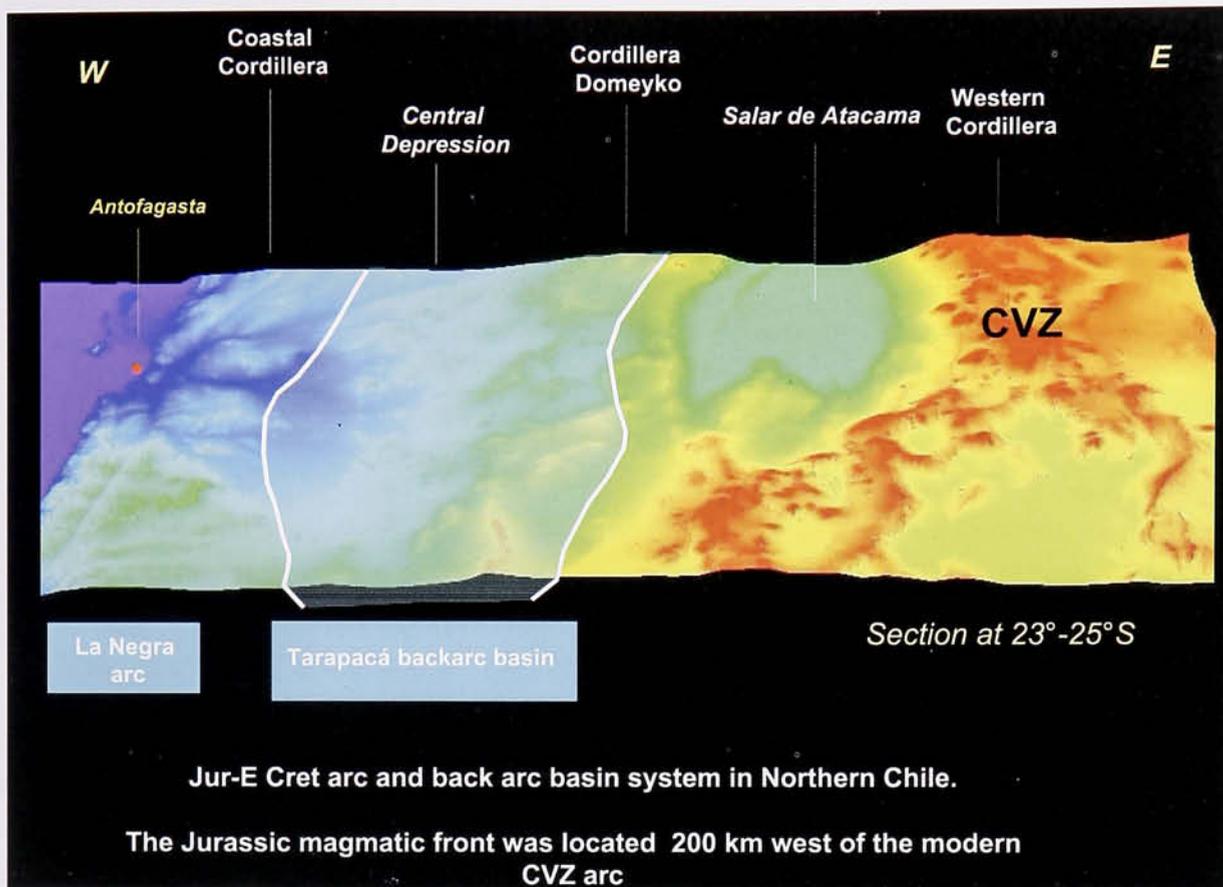


Figura A - Variación del frente del arco magnético andino en el tiempo en los Andes Centrales

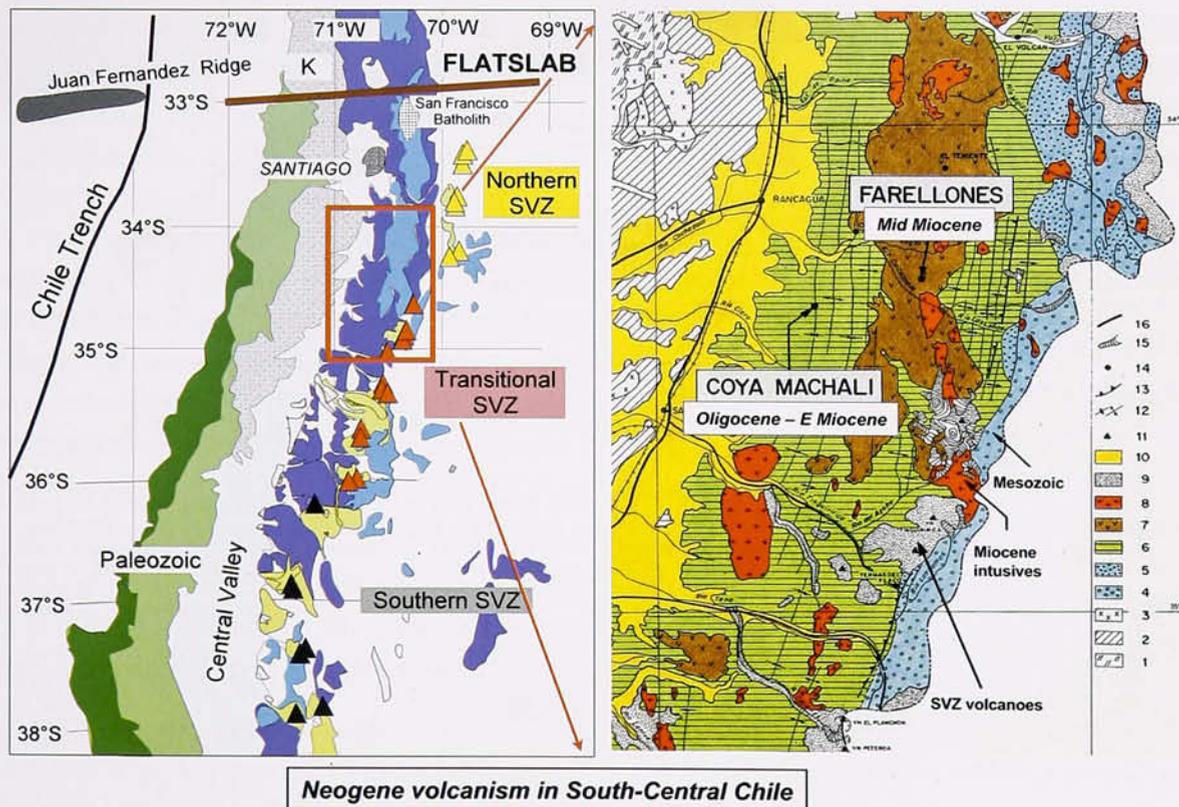


Figura B - La configuración del arco magmático en la parte de los Andes del sur (ZVS), difiere en sus características geológicas con la de los Andes Centrales y Australes

Sin embargo, cada vez que tuvo lugar una re-configuración del sistema global de placas, el arco se ajustó migrando la posición de su frente magmático y cambiando significativamente su estilo geoquímico y volcánico (Fig. C).

Los episodios de convergencia lenta en el Cretácico tardío en el norte de Chile son demarcados por un debilitamiento de la impronta geoquímica de la zona de subducción. La convergencia altamente oblicua en el Eoceno fue acompañada por un período de quietud volcánica debido a que los magmas quedaron atrapados en la corteza y plutones de volumen reducido y poca profundidad pudieron ascender a niveles altos de la corteza para formar gigantes depósitos de cobre porfídico (Fig. D).

La convergencia sub-ortogonal rápida durante el Oligoceno estuvo asociada a la extensión intrarco a lo largo de la mayoría del margen. Los eventos transitorios cenozoicos de subducción de bajo ángulo, a lo largo de diferentes segmentos andinos, podrían estar relacionados a historias contrastantes de acortamiento tectónico y engrosamiento cortical las cuales, una vez más, han repercutido en estilos eruptivos y características geoquímicas específicas. Frente a estos rápidos cambios temporales y espaciales del modelo, el "margen de tipo Andino" aparece

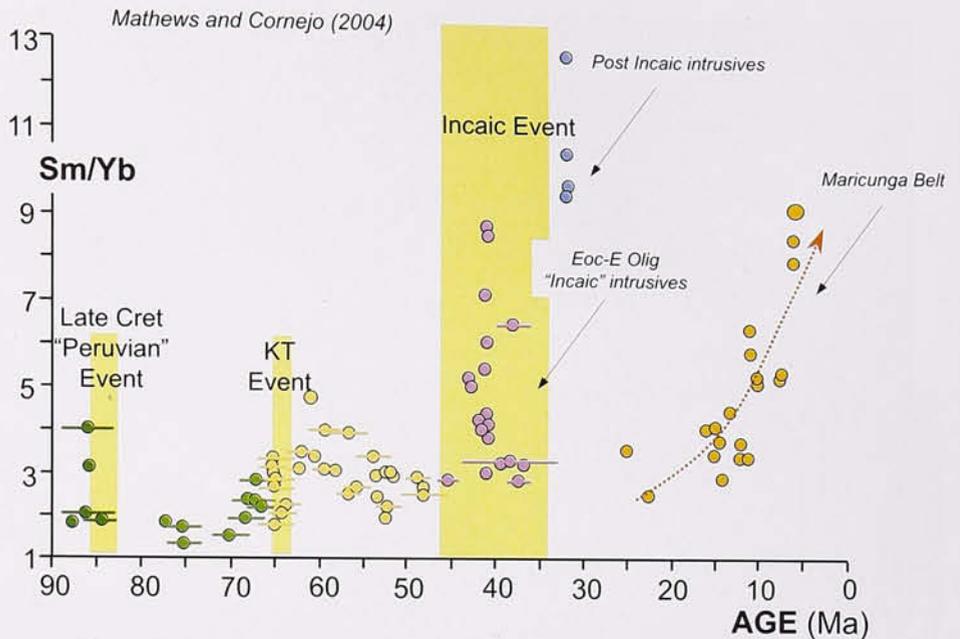


Figura C - Los rasgos geoquímicos de los productos volcánicos han variado notablemente, por ejemplo entre el Cretácico y el Mioceno.

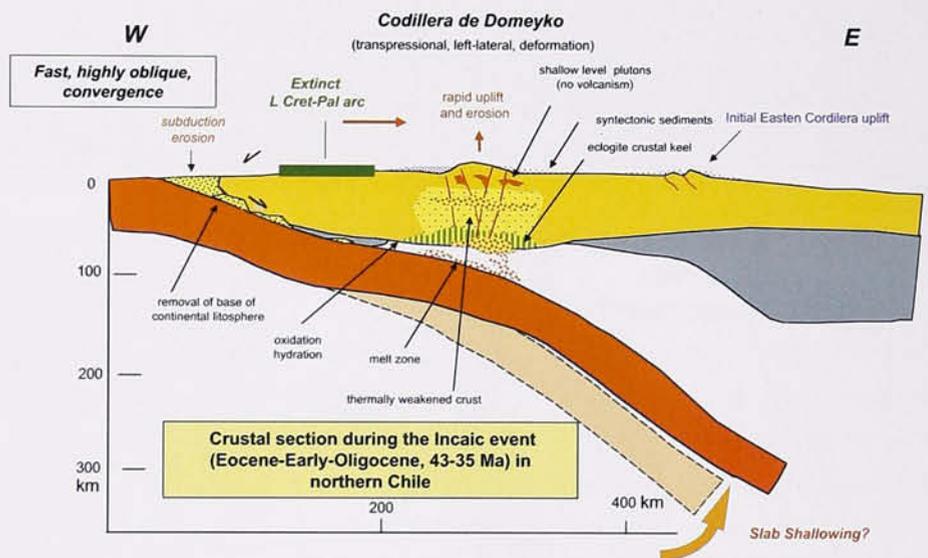


Figura D - La convergencia altamente oblicua fue una de las causas para el origen de los depósitos de pórfidos cupríferos gigantes durante el Eoceno - Oligoceno temprano en el norte de Chile

sólo como una creación teórica (o un asunto de predilección personal). Cualquier referencia adecuada a un modelo de margen tipo Andino debería especificar no sólo el segmento particular del margen, sino también la división de tiempo exacta con la cual se hace la comparación. ■

# En Pucón 2004

## El Congreso Volcanológico más Grande de la Historia



**José Antonio Naranjo**

*Geólogo MPh*

*Sernageomin*



**Jorge Clavero**

*Geólogo PhD*

*Sernageomin*

La Asociación Internacional de Volcanología y Química del Interior de la Tierra, cuya sigla en inglés es IAVCEI, patrocina la realización de los congresos mundiales de volcanología, cada tres o cuatro años. Aunque tienen la categoría de congresos mundiales, su denominación ha variado entre la de congresos internacionales y lo más actual, asambleas generales. En el pasado mes de noviembre del año 2004 se llevó a cabo en Pucón la más reciente Asamblea General de la IAVCEI, la cual fue organizada por el Servicio Nacional de Geología y Minería. De este modo, Chile se convirtió en el primer país del mundo en realizar por segunda vez un congreso mundial de volcanología. En efecto, en septiembre de 1974 y en circunstancias completamente diferentes a las actuales, teniendo como sede al ex-Hotel Carrera y con la participación de tan solo 118 colegas extranjeros provenientes de 18 países, se realizó el primer congreso mundial de este tipo, denominado "Simposio Internacional de Volcanología".

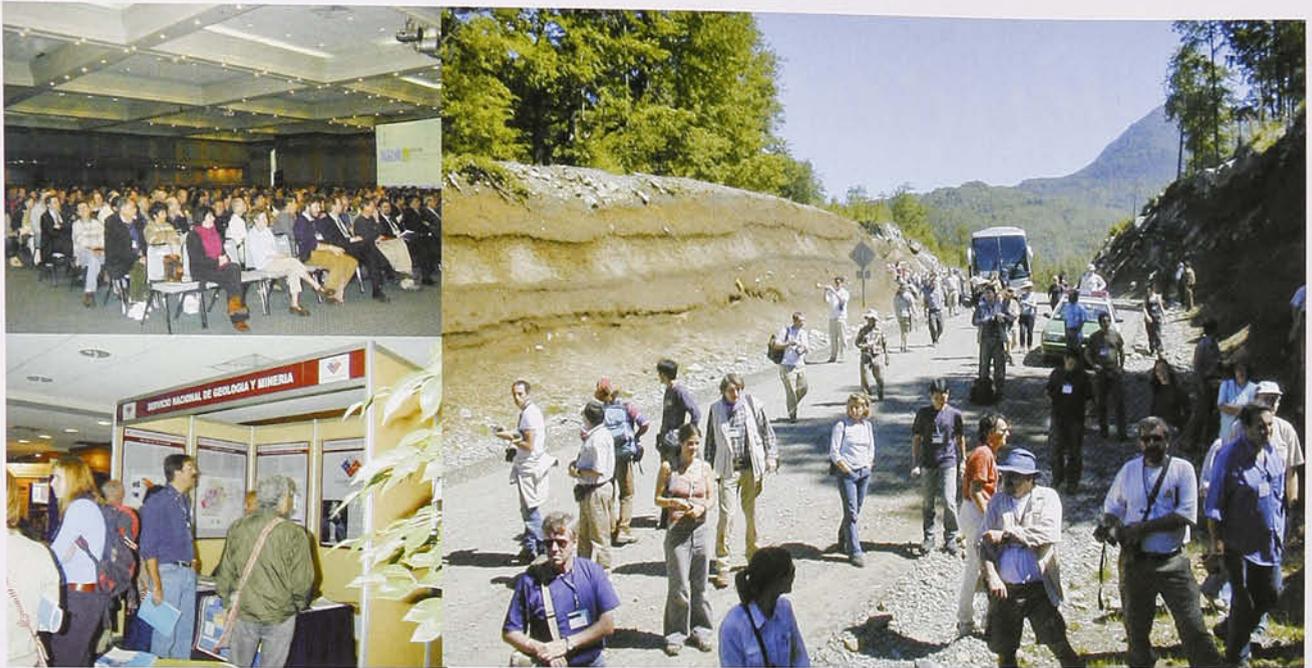
Un total de 871 personas de un total de 41 países asistieron al congreso, cerca de un 30% de los cuales son miembros de la IAVCEI y poco más de un 22% son estudiantes de grado. El Comité Organizador Local en conjunto con la IAVCEI y la AGU (Asociación Geofísica de USA) otorgaron

asistencia financiera parcial a más de 90 estudiantes y científicos jóvenes, distribuyendo más de US\$20.000

El mayor número de asistentes, con una cifra cercana al 30%, provino de Estados Unidos, seguido por un 10% de Reino Unido. Poco más del 7 % de los asistentes fueron japoneses, italianos y chilenos. De otros países latinoamericanos destacó la participación de mexicanos con un 4,25% y argentinos con un 1,61%. Las delegaciones más pequeñas fueron las de Finlandia (2 participantes) y Taiwán (1 participante).

### La Asociación Internacional de Volcanología

La Asociación Internacional de Volcanología y Química del Interior de la Tierra (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, IAVCEI), es una de las siete asociaciones que pertenecen a la International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG) que es una ONG internacional, sin fines de lucro fundada para la promoción y coordinación estudios de la física, química y propiedades matemáticas de la tierra y su ambiente en el espacio. Así, dentro de la IUGG existen las asociaciones de Geodesia, Sismología y Física del Interior de la Tierra, Me-



teología y Ciencias Atmosféricas, Geomagnetismo, entre otras. La IAVCEI, por su parte, acoge a más de 700 volcanólogos afiliados a universidades, centros de investigación y servicios geológicos del mundo, agrupados, según sus afinidades temáticas, en 18 comisiones y grupos de trabajo. Estas comisiones son el verdadero motor de la IAVCEI pues actúan directamente en la ejecución de los proyectos temáticos. Las comisiones están formadas por grupos de personas que trabajan unidas en busca de metas comunes en apoyo a la ciencia. Cada comisión elige sus propios líderes y modo de operar. Sus principales actividades se resumen:

- Conducir los talleres y simposios.
- Realización de cursos cortos o entrenamientos.
- Producir publicaciones sobre sus respectivos temas.
- Generar grupos de trabajo y aportar a los medios de comunicación y discusión.
- Desarrollar bases de datos temáticas.
- Determinar y establecer medidas estándares o formatos de datos.

Mediante numerosas revistas de divulgación científica especializadas y otras relacionadas con la Geología y ciencias afines, a través de la IAVCEI se difunden los avances en la investigación sobre los diversos y variados temas de la Volcanología. Paralelamente, cada tres o cuatro años en promedio, la IAVCEI realiza reuniones amplias con el carácter de congresos mundiales de volcanología, que han

sido normalmente denominadas Asambleas Generales. Estos son congresos internacionales abiertos en los cuales se invita a participar a toda la comunidad volcanológica a través de un amplio espectro de temas que aglutinan las líneas de investigación predominantes o relevantes al momento del evento, bajo un lema amplio de interés común a nivel mundial.

Las comisiones de la IAVCEI son las siguientes:

1. Comisión sobre propiedades físicas y químicas del interior de la Tierra.
2. Granitos
3. Provincias basálticas de gran volumen
4. Química de gases volcánicos
5. Lagos volcánicos
6. Volcanismo explosivo
7. Sedimentación volcanogénica
8. Volcanismo y la atmósfera terrestre
9. Sensores remoto
10. Sismología volcánica
11. Organización Mundial de Observatorios Volcanológicos
12. Mitigación de desastres volcánicos
13. "Ciudades sobre Volcanes"
14. Magmatismo de arco
15. Comisión Internacional de flujo calórico
16. Acústicas Volcánicas
17. Estudios electromagnéticos de terremotos y volcanes

Principales congresos mundiales de Volcanología

Año	Sede	Lema	Participantes
1974	Santiago, Chile	Andean and Antarctic Volcanology Problems	250
1977	Durham, Reino Unido		500
1981	Tokio y Hakone, Japón	Volcanismo de arco	800
1986	Auckland, Nueva Zelanda	Internacional Volcanological Congress	400
1989	Santa Fe, EE.UU.	Continental Magmatism, General Assembly	800
1994	Ankara, Turquía	International Volcanological Congress	400
1997	Puerto Vallarta, México	Volcanic Activity and the Environment, General Assembly	600
2000	Bali, Indonesia	Exploring Volcanoes: Utilization of their resources and mitigation of their hazards, General Assembly	490
2004	Pucón, Chile	Volcanism and its impact on Society, General Assembly	871

18. Red Internacional de Peligros Volcánicos de Salud (IVHHN)

**CONGRESOS MUNDIALES DE VOLCANOLOGIA**

La organización del primer congreso mundial de volcanología realizado en Santiago en septiembre de 1974 tuvo una serie de dificultades derivadas de la situación política que vivía entonces el país. El interés internacional por realizar un congreso mundial sobre esta disciplina geológica había nacido en 1971, para lo que, en gran medida ayudaron las notables erupciones de la Isla Decepción en 1969 y 1970, en la Antártica y del volcán Villarrica, acaecida a fines de 1971. Así, el primer congreso mundial de volcanología fue denominado “Simposio Internacional sobre Volcanología, IAVCEI” y su lema fue “Problemas de Volcanología Andina y Antártica”. Sin embargo, las principales atracciones fueron las charlas sobre las lavas basálticas de la Luna y las muestras lunares exhibidas, así como las espectaculares filmaciones sobre las entonces recientes erupciones submarinas en Hawaii y del volcán Teide en las Islas Canarias, España. Cabe destacar que, hasta la fecha, Chile y México han sido los únicos países latinoamericanos en ser sedes de estos congresos.

Fue en junio de 1989, durante la Asamblea General IAVCEI Santa Fe, EEUU, cuando un grupo de colegas norteamericanos y europeos mencionaron por primera vez la necesidad de reivindicar para Chile la realización de un congreso mundial de la IAVCEI. Para entonces y a raíz de la

erupción en proceso del volcán Lonquimay en el sur de Chile, se estaba ideando la necesidad de desarrollar en el país un programa sobre riesgo volcánico y la construcción de un observatorio volcanológico. Ello se vio reforzado posteriormente con la erupción del volcán Hudson en 1991, así como también por los notables avances de la volcanología en Chile durante los 80 y 90, producto de las buenas relaciones con universidades principalmente europeas a través de proyectos de colaboración.

La deuda mutua entre la comunidad científica internacional y el país, después de 30 años de grandes avances en la volcanología andina, comenzaba su itinerario a saldarse. Efectivamente, en una reunión del Comité Ejecutivo de la IAVCEI en Birmingham, Inglaterra en 1999, se propone la posibilidad de realizar en Chile la correspondiente Asamblea General IAVCEI 2004. Los volcanólogos del mundo estaban claramente interesados por la geología andina y las características especiales de nuestro país. Posteriormente, en enero del año 2000, asiste a una reunión en Santiago, el entonces presidente de la IAVCEI, solicitando oficialmente al Servicio Nacional de Geología y Minería la organización de la Asamblea General IAVCEI 2004.

En mayo de 2002, con motivo de la conmemoración del centenario de la erupción del Monte Pelée, en Martinica, Antillas Francesas, presentamos y discutimos con el consejo pleno de la IAVCEI, nuestros planes para la realización de la Asamblea General 2004. La solicitud tuvo un buen eco en las autoridades del Servicio y se concretó, tras la forma-

ción del Comité Organizador Local, un convenio con la IAVCEI, en julio de 2002. Nos sentíamos honrados, pero también con la responsabilidad de enfrentar un importante desafío y desempeñar un papel destacado en la Asamblea General 2004.

## PROGRAMA CIENTIFICO

Aparte de la presentación, invitación y otras instrucciones e informaciones generales para la Asamblea Pucón 2004, la segunda circular emitida a mediados de 2003, incluyó un completo, extenso y bien planificado programa científico, el cual constituye la actividad más importante de un congreso de este tipo. El idioma oficial del congreso fue el inglés y las presentaciones o charlas normales fueron de un máximo de 15 minutos, existiendo algunas charlas invitadas especiales de 30 minutos en cada sesión temática. Asimismo e intercaladas con los horarios de éstas, se programaron las sesiones de poster, de modo de evitar interferencias de intereses de los participantes.

A través de un moderno, novedoso y eficiente sistema computacional vía sitio web, se recibió un total de 1.150 resúmenes, los que fueron distribuidos en sesiones orales y posters, lo cual constituye un récord de casi el doble de trabajos recibidos en la Asamblea General previa, realizada en Bali, Indonesia, el año 2000. El Comité Científico elaboró un programa que cubrió un amplio y actualizado espectro de la investigación volcanológica, petrológica y de geología económica. El programa incluyó 12 simposios, que reunieron 33 sesiones temáticas, en presentaciones orales y posters, las que fueron ordenadas por los organizadores (convenors) de cada tema. Finalmente, se presentaron 450 trabajos como charlas y 700 como posters. Gracias a un arduo trabajo del Comité Científico, el porcentaje final de "no-presentación" de trabajos fue mínimo, llegando a menos de un 5%, lo cual constituye todo un éxito para un evento científico de esta magnitud. Un total de 85 trabajos tuvieron como autores o co-autores a profesionales chilenos, de los cuales 43 fueron presentados con la participación de profesionales del Sernageomin.

Los simposios fueron definidos según los siguientes tópicos:

1. Volcanes, yacimientos y sistemas geotermales
2. Control estructural y estabilidad de volcanes
3. Dinámica de erupciones
4. Calderas y volcanismo ignimbrítico
5. Evaluación de peligros y riesgos volcánicos
6. Impactos ambientales de erupciones volcánicas
7. Contribuciones de la placa, manto y corticales al magmatismo de arco e intraplaca
8. Monitoreo y modelación virtual de volcanes (geofísica y sensores remoto)
9. Magmatismo granítico en zonas de arco: causas y consecuencias
10. Emisiones de volátiles magmáticos y control de la desgasificación del magma
11. Volcanismo subglacial y subacuático y flujos de detritos volcánicos
12. Tasas de procesos magmáticos

El mayor número de contribuciones estuvo vinculado a los temas de la dinámica de las erupciones (volcanismo explosivo, emisiones de lavas, modelación de erupciones volcánicas y desestabilización de edificios volcánicos), geoquímica de los magmas de arcos volcánicos, los impactos ambientales de las erupciones volcánicas y el monitoreo de los volcanes. Estos dos últimos temas son de gran repercusión en la sociedad en general. Por otra parte, el mayor número de contribuciones de chilenos estuvo en los temas de yacimientos volcanogénicos, tefrocronología y geocronología volcánica.

## OTRAS ACTIVIDADES CIENTIFICAS

Durante el desarrollo de un congreso geológico y particularmente de uno de volcanología, es normal la programación de otras actividades científicas tanto durante el encuentro como en los días previos e inmediatamente posteriores. Durante la Asamblea General de Pucón, se realizaron sesiones plenarias, dos talleres, sesiones de comisiones de la IAVCEI y reuniones informativas.

Grupo de participantes en la excursión-congreso en la lava de 1971. Detrás se observa el volcán Villarrica mostrando su habitual y permanente desgaseificación (Fotografía: JCR).



Se realizaron dos charlas magistrales, la primera dictada por el Dr. Constantino Mpodozis, ex Subdirector Nacional de Geología del Servicio Nacional de Geología y Minería, y actualmente geólogo de Sipetrol, cuyo título fue: “¿Qué tan “andino” es el volcanismo en los Andes Centrales y del Sur?: una intrincada historia de 180 Millones de años” (ver **pág. 46**). La segunda fue dictada por la Dra. Costanza Bonadonna de la Universidad de Hawaii (actualmente en la U. de South Florida-USA), quien expuso sobre “Modelos numéricos de dispersión de tefras de caída”. También se realizaron la Sesión Plenaria de la IAVCEI y la ceremonia de Premiación de la IAVCEI.

En los días inmediatamente previos al congreso se realizaron dos talleres. Uno versó sobre “Guías y criterios para la preparación de mapas de peligros volcánicos” organizado por la Comisión sobre Mitigación de Desastres Volcánicos de la IAVCEI. En éste participaron 34 personas y además contó con la intervención de representantes de la Municipalidad, exponiendo y discutiendo el caso particular de Pucón. Entre las principales conclusiones de este taller se obtuvo la “Declaración de Pucón”, documento que destaca la importancia de la realización de mapas de peligro volcánico y aplicación de las recomendaciones que emanan de ellos (ver **pág. 56**). Se mostraron las diversas técnicas utilizadas en países como México, Perú, Colombia, Italia,

Estados Unidos y Chile. Dada la diversidad en las condiciones existentes en cada país y, en particular en cada volcán, las principales inquietudes que surgieron dicen relación con la escala de tiempo y espacio debe estar reflejada en los mapas de peligro volcánico, los escenarios eruptivos representados (de pequeña o gran magnitud, de corta o larga duración, fases iniciales de erupciones o procesos completos); deben estar representados todos los fenómenos en un solo mapa o en mapas separados; cómo representar la zonificación y sus colores; mínimo de datos para determinar la ocurrencia de un evento peligroso; cómo representar cada peligro y el formato de los mapas. Sin dudas que las guías para la preparación de mapas de peligros volcánicos se verán enriquecidas tras la fructífera discusión sostenida en este taller.

El segundo taller contó con la participación de 17 inscritos y estuvo a cargo de expertos de la Universidad de Nueva York-USA y se trató sobre la “Modelación computacional de flujos granulares (lahares y flujos piroclásticos)”. Estas técnicas están muy de actualidad y se aplican también para modelar la posible extensión de flujos volcánicos para la zonificación de peligros.

Debido a la sobrecarga de la programación científica, las comisiones de la IAVCEI y las reuniones informativas

fueron programadas y realizadas en horario vespertino. Este tipo de reuniones son, por lo general, de temas específicos, aunque de interés amplio por las implicancias de los mismos. Así, se desarrolló el encuentro “WOVO: proyectos, progresos y planes” organizado por la WOVO (Organización Mundial de Observatorios Volcanológicos). También se reunió la Comisión de Acústicas Volcánicas para discutir sobre los avances y nuevas tecnologías y diseños sobre el emergente monitoreo de peligros volcánicos mediante el uso de señales acústicas. Además, efectuaron reuniones de otras siete comisiones de la IAVCEI: Modelación de depósitos de caída, Red de Peligros Volcánicos y Salud, Ciudades sobre volcanes, Gases volcánicos, Volcanismo Explosivo, Volcanes y la Atmósfera, y Sedimentación Volcanogénica. Se sostuvo, además, un encuentro del grupo de trabajo de las asociaciones de Volcanología (IAVCEI) y Sismología (IASPEI) sobre “Zonas de subducción en países en vías de desarrollo”, por el enorme impacto que tal condición geológica produce en sus respectivas sociedades. En esas zonas se generan catástrofes como terremotos y erupciones volcánicas que afectan a países con limitada capacidad de respuesta e infraestructura.

Por su parte, los encuentros de información consistieron en reuniones para informar a los científicos interesados sobre proyectos o temas de interés común a grupos de trabajo. El Proyecto Multinacional Andino: geociencias para las Comunidades Andinas (MAP:GAC) presentó para científicos interesados en la investigación sobre peligros geológicos, dos subproyectos de base de datos de conocimientos y casos en la web y de modelación de procesos peligrosos y evaluación de peligros. Otro encuentro informativo fue más específico y trató sobre “Volcán Villarica: persistente desgasificación y procesos del conducto”.

Por último, un grupo de especialistas en Volcanismo subglacial se reunió y propuso la formación de una nueva comisión sobre este tema en particular.

## EXCURSIONES A TERRENO

Las excursiones son una de las actividades científicas más importantes de un congreso de volcanología. Muchos volcanólogos muestran un particular interés en cono-

cer de cerca volcanes de renombre mundial, así como observar de primera mano las características de ellos y sus productos, muchos de los cuales han sido fuente de inspiración para importantes publicaciones científicas internacionales. Tanto las zonas como los temas elegidos para las excursiones realizadas antes, durante y después de la Asamblea General IAVCEI 2004, constituyen verdaderos clásicos de la volcanología mundial. Se trató de elegir áreas de interés diverso, con accesos relativamente buenos y de un costo lo suficientemente atractivo para los interesados. Por tal razón, se concretaron cinco excursiones pre-congreso a zonas volcánicas y magmáticas del norte de Chile, cuatro alternativas para la excursión intra-congreso en las cercanías de la sede y tres excursiones post-congreso a volcanes del sur de Chile.

## Otros Legados Significativos

Asumiendo un gran desafío, se propuso para la ocasión, la publicación de productos de difusión científica sobre volcanología andina, que fueran un legado científico chileno de esta Asamblea General. Con poco plazo, se hicieron los contactos exploratorios y se discutieron los compromisos con los potenciales contribuyentes y con los editores de la Revista Geológica de Chile (Francisco Hervé y Manuel Suárez). Así entonces, se logró completar, financiar y publicar como un número especial por adelantado, el N° 2 del volumen 31 de la Revista, el cual pudo ser entregado directamente a todos los miembros participantes del congreso.



*La entrega del número especial de la Revista Geológica de Chile y del Boletín sobre el volcán Villarica fue muy valorada por parte de los asistentes al Congreso.*

Lo especial del número, de 366 páginas, fue el tema relacionado con la Volcanología Andina. Este incluye 9 artículos de los diferentes sectores de los Andes, del norte (Ecuador), centrales (norte de Chile), del sur y australes (centro-sur y extremo sur de Chile). Además, se encargó y publicó una completísima revisión sobre el volcanismo activo de los Andes y su marco geotectónico que, sin dudas será un referente obligatorio sobre el tema por mucho tiempo.

Del mismo modo y con énfasis en el lugar de la sede del congreso, se preparó, editó y publicó un boletín especial de la serie del Servicio, el cual se difundió directamente a los asistentes a las excursiones intra y post-congreso. Este boletín, editado en inglés, dado el interés de la audiencia internacional, versa sobre la evolución del volcán Villarrica. Sus editores (Luis Lara y Jorge Clavero), lograron reunir ocho capítulos sobre diversos temas relacionados con la geología del volcán Villarrica, su evolución, sus productos más peligrosos, las características de sus glaciares, de sus gases y aspectos arqueológicos en sus alrededores.

## AL TERMINO DEL CONGRESO

Vale la pena destacar lo que un connotado volcanólogo norteamericano (Profesor Barry Voight, de la Pennsylvania State University) nos expresó y con emoción recogemos:

“Antes que Uds. liberen sus tensiones por completo, quisiera expresarles cuán impresionante fue vuestro Congreso, el cual, pienso, fija un nuevo estándar difícil de superar por los futuros organizadores (...). Todo fue apropiadamente atendido, hasta en los más mínimos detalles, desde la organización científica y excursiones ... Todo fue de primera clase y nos dio a todos los que tuvimos la fortuna de asistir al congreso, una hermosa impresión de Chile y su gente”.

Estos comentarios son sólo una muestra de los numerosos recibidos de parte de decenas de participantes, quienes se llevaron una excelente impresión de Chile, su gente y, en especial, de la calidad científica y organizativa del Sernageomin. ■



Monumento recordatorio de la Asamblea General - Pucón 2004

# Declaración de Pucón:

## *Conclusiones del Taller sobre Mitigación de Peligros Volcánicos Realizado durante el Congreso Mundial*

- Un mapa de peligros volcánicos es una representación gráfica de la distribución espacial de diversos peligros a los cuales podría estar expuesto el territorio alrededor de un volcán ante una reactivación o incremento de la actividad volcánica, generalmente en el corto a mediano plazo (i.e., años o decenas de años).
  - El mapa es la herramienta básica y más importante usada por las autoridades para evaluar el riesgo volcánico, para el uso planificado del territorio en el largo plazo y para el manejo de las emergencias en tiempos de crisis con el fin mayor de prevenir los desastres. Además, el mapa puede constituir un importante aporte para la planificación territorial durante períodos de quietud o inactividad volcánica.
  - Un mapa de peligros volcánicos debe ser preparado por un equipo de especialistas familiarizados con los volcanes y a menudo es el resultado de un esfuerzo multidisciplinario. Los mapas de peligros están pensados para ser usados en primer lugar por las autoridades civiles, incluyendo a los planificadores del uso del territorio y autoridades de protección de desastres. Usualmente estos mapas son utilizados como una base referente para las decisiones que pueden afectar la seguridad de las vidas humanas, la propiedad e infraestructura y, por lo tanto, deben ser preparados en conformidad a estrictas pautas científicas y deben ser fácilmente entendibles por personas no científicas.
  - Por diversas razones, como la falta de tiempo (por ejemplo, incremento de condiciones eruptivas de un volcán), para cada volcán activo o potencialmente activo puede no existir el personal calificado o recursos, o los datos necesarios para la confección de un mapa. En estos casos, instamos a que geólogos recolecten datos fácilmente accesibles para cada volcán en el área de su interés y preparen mapas de peligros, aunque sean básicos, utilizando lo mejor posible esos datos.
  - Dados los potenciales beneficios en el corto y largo plazo de los mapas de peligros, las autoridades responsables de la seguridad pública deberían, lo antes posible, apoyar la implementación de una producción de mapas de peligros comprensibles, de modo que se puedan llevar a cabo las medidas de mitigación que correspondan.
- El mapa de peligros actualmente existente para el volcán Villarrica es una herramienta fundamental para la planificación del uso del territorio y la mitigación de desastres en la zona. Esta herramienta sólo es efectiva cuando es utilizada por las autoridades civiles en acciones de mitigación en zonas vulnerables, como el desarrollo seguro del territorio, la creación de planes de emergencia, la evaluación de las obras civiles y la sustentación de redes de monitoreo. Las autoridades tienen la responsabilidad de implementar una estrategia en estos términos. ■

# Ciencia y Cultura

## *EXPLORA, Divulgación y Valoración de la Labor Geológica de Sernageomin*



**Carlos Marquardt**  
*Geólogo, Departamento de Geología Regional, Sernageomin*

**Jorge Muñoz**  
*Geólogo, Jefe Oficina Técnica Puerto Varas, Sernageomin*



### **EL RECONOCIMIENTO DE ZONAS DE INTERES PATRIMONIAL**

El rol que tiene para Chile la Subdirección Nacional de Geología de SERNAGEOMIN, puede ser comparado con el que tienen los servicios geológicos de otras naciones. Si bien la misión estratégica de un servicio geológico depende de las necesidades de cada nación, uno de sus objetivos comunes es generar, actualizar y difundir el conocimiento geológico de su territorio.

Por esto la Subdirección Nacional de Geología, dentro de su programa nacional, publica diferentes documentos de carácter científico y técnico. Entre ellos, su producto principal es la Carta Geológica de Chile, con la diferentes series temáticas, que incluyen mapas de Geología Básica, Yacimientos metálicos y no metálicos, Riesgos geológicos, Hidrogeología y Geofísica. Además, sus profesionales participan en la producción de la Revista Geológica de Chile, de más de 30 años de vida, y de varias publicaciones científicas y técnicas, que profundizan y avalan los diferentes aspectos de la información que se produce.

Históricamente las instituciones dedicadas a la exploración y explotación de recursos minerales y energéticos, han sido las principales usuarias de la información geológica. Esta situación está cambiando aceleradamente, acorde con el desarrollo económico y social del país. Nuevos interesados han aparecido en el campo de los temas medioambientales y de ordenamiento territorial. La Subdirección Nacional de Geología ha sabido interpretar esta necesidad creciente de información por parte de personas que no están directamente relacionadas con la labor geológica o minera. De esta forma, ha promovido y patrocinado la ejecución de proyectos de difusión de la geología, dirigidos a la población, especialmente joven, motivada por conocer más acerca del medio ambiente y del patrimonio natural de nuestro territorio.

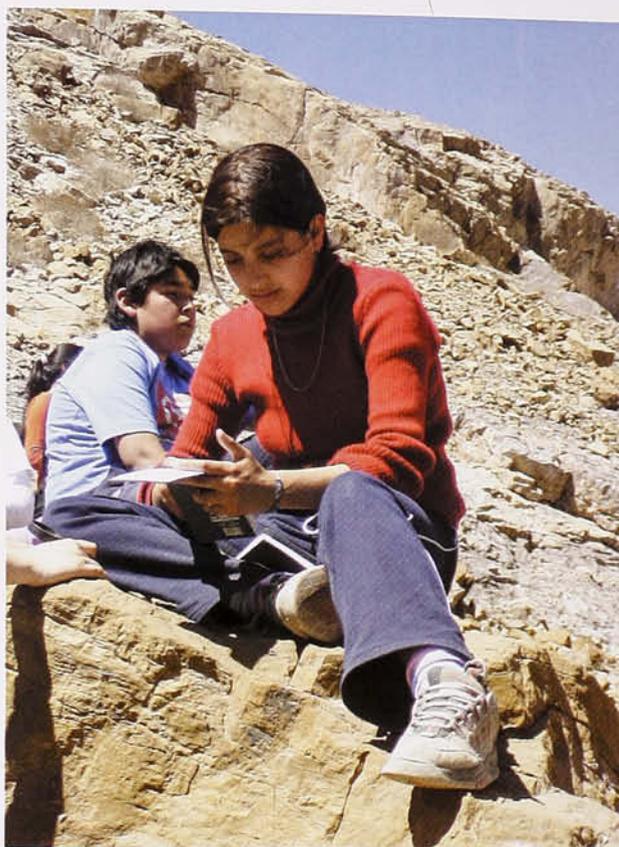
La difusión del conocimiento geológico no es tarea fácil, ya que las materias deben ser adecuadas para promoverlas tanto a una variada gama de usuarios técnicos y científicos de alta exigencia como también a diversas organizaciones que necesitan acceder en forma sintetizada y "amigable" a esta información. La labor de difundir y motivar a la comunidad en los temas geológicos,

su relación con la vida diaria y la valoración del patrimonio geológico que aflora en cada rincón de nuestro territorio, es una tarea que se ha iniciado con gran entusiasmo por parte de los geólogos de la Subdirección de Geología

Actualmente, al menos dos proyectos de difusión del patrimonio geológico se están realizando por profesionales de Sernageomin: uno en el sector de Puerto Varas y el otro en el área de Caldera. Ambos buscan promover en la región los sitios de interés geológico, en estrecha colaboración con las autoridades, colegios y comunidad. Estos proyectos se desarrollan como una fase final de acercamiento y motivación a la comunidad, con posterioridad a la publicación de un nuevo producto cartográfico-geológico, donde generalmente ha sido posible identificar la relevancia social de algunos de los elementos del patrimonio geológico. Esto ha sido potenciado, además, con la reciente incorporación de Sernageomin como asesor, en materia geológica y paleontológica, al Consejo de Monumentos Nacionales, para colaborar, desde una perspectiva normativa a nivel nacional, en la conservación y difusión de nuestro patrimonio.

## LOS SITIOS GEOLOGICOS DE LA REGION DE LOS LAGOS

El paisaje de la Región de Los Lagos está dominado por lagos, volcanes, cascadas, valles y otros atractivos naturales de invaluable belleza e importancia geológica, turística y educativa. Aquí existe un número importante



de sitios de patrimonio geológico, paleontológico y arqueológicos, entre los cuales destacan: Volcán Osorno, Saltos del Petrohué; sitios con invertebrados marinos y vegetales fósiles, como bosques de alerces fósiles de 50.000 años; el asentamiento humano más antiguo descubierto en América de 12.500 años (Monte Verde); numerosos conchales que reflejan la actividad recolectora desde hace alrededor de 6.000 años, y depósitos glaciales únicos en el mundo, como aquel de la salida norte de Puerto Varas, el cual la Ilustre Municipalidad de Puerto Varas presentó al Consejo de Monumentos Nacionales para ser declarado Santuario de la Naturaleza (ver foto).

Por su valor educativo y turístico, estos sitios geológicos y arqueológicos tienen una importancia relevante para las comunidades de la región, en especial para sus estudiantes. Por ello, a la brevedad, requieren de acciones tendientes a su conservación, integración y apropiación por parte de las comunidades locales, las cuales viven, crecen y se desarrollan en directo contacto con el patrimonio geológicos.

La Oficina Técnica de Puerto Varas de Sernageomin, junto con el Seremi de Educación de la Región de Los Lagos, está desarrollando un proyecto de acercamiento de las ciencias de la tierra y de los sitios geológicos, a los estudiantes de enseñanza media de los diversos liceos en las cinco provincias de la Región. Hasta la fecha, la principal actividad realizada en este marco es la preparación de una página WEB con la ubicación y descripción general de los sitios geológicos, disponible en

58 sernageomin



[www.sernageomin.cl](http://www.sernageomin.cl) (Sede Regional Puerto Varas, botón de Cooperación) y en [www.educarloslagos.cl](http://www.educarloslagos.cl). Además, con el objetivo de mantener e incrementar los lugares de interés, se coordinó la realización de cursos sobre Ciencias de la Tierra y el desarrollo de una investigación sobre sitios geológicos en numerosos liceos de la Región (por ejemplo: Hornopirén, Puerto Varas, Osorno, Río Bueno, Valdivia, Los Muermos, Puerto Montt). De esta manera, se genera una red de información, a la que estudiantes y profesores de todo el país pueden acceder.

Una experiencia piloto fue desarrollada por el Liceo Pedro Aguirre Cerda de Puerto Varas, investigación que ya está en la WEB. Esta experiencia piloto fue merecidamente reconocida durante la reciente celebración del mes del Patrimonio Nacional en la Región de Los Lagos, el cual fue dedicado a los sitios geológicos.

## PROYECTO PATRIMONIO GEOLOGICO DE CALDERA

Los trabajos de levantamiento geológico y actualización de la geología básica realizados desde mediados de los noventa a todo lo largo de la Tercera Región de Atacama, dejaron al descubierto muchos sitios de interés geológico. En particular, en el área de Caldera, depósitos marinos de los últimos 16 millones de años, con un rico contenido fosilífero, fueron estudiados durante el desarrollo de estos trabajos. Se identificó su importante valor patrimonial y su estrecha relación con la actividad económica de la comunidad local, específicamente con la del puerto de Caldera. Por ejemplo, las capas sedimentarias con abundante material paleontológico, ricas en fosfatos y en carbonatos, son explotadas para su utilización como fertilizantes y como insumos para la construcción. En otros



casos, los fósiles son utilizados con fines artesanales o para ser usados como objetos de colección o decoración.

Con el objetivo de difundir el nuevo mapa geológico de Caldera y transmitir a la comunidad la importancia del resguardo y conservación del patrimonio natural, Sernageomin, en conjunto con otras instituciones y grupos de personas que trabajan en temas similares en la región, se coordinaron para postular a fondos del Programa EXPLORA de CONICYT destinados a la divulgación y valoración de la ciencia y la tecnología.

Este proyecto, titulado "Documental Científico: Patrimonio Geológico de Caldera", pretende desarrollar en los estudiantes de octavo básico a cuarto medio, de Caldera y Copiapó, que participan en este taller, la capacidad de reconocer, valorar y divulgar el conocimiento científico sobre el Patrimonio Geológico de la zona y motivar la divulgación nacional de este conocimiento. Para cumplir con este último objetivo se registran las actividades de clases y campo realizadas con los estudiantes, profesores y apoderados en un videograma documental que será estrenado el 2° semestre del 2005, dirigido por el documentalista Ignacio Agüero, que será testimonio de esta aventura de aprender geología. Además, se han rea-

lizado actividades de difusión, como por ejemplo la publicación de un catálogo sobre el Patrimonio Natural y Cultural de Caldera que da testimonio de alguno de los elementos del rico valor paleontológico y geológico de esta zona (ver anexo de esta revista).

Las instituciones participantes de este proyecto son: Oficina Regional de Copiapó de Sernageomin, Sociedad Geológica de Chile, Colegio de Geólogos de Chile, Ilustre Municipalidad de Caldera, Consejo de Monumentos Nacionales, Seremi de Educación de la III Región, Universidad de Atacama, Escuela Vicente Sepúlveda Rojo (Copiapó), Colegio Parroquial Padre Negro (Caldera) y Liceo Manuel Blanco Encalada (Caldera).

Estos dos proyectos, en zonas tan diferentes de nuestro país, dan cuenta de la riqueza y diversidad de elementos geológicos y paleontológicos que forman nuestro patrimonio y del interés genuino de nuestros jóvenes por conocer y proteger este legado natural. Esto nos motiva aún más, como Sernageomin, para seguir desarrollando estas actividades en todas las zonas del país y así acercar el conocimiento geológico a la comunidad, revirtiendo la tendencia a que la información geológica, con su complicada terminología, es sólo para expertos y científicos. ■

# PATRIMONIO NATURAL Y CULTURAL DE CALDERA

III REGIÓN

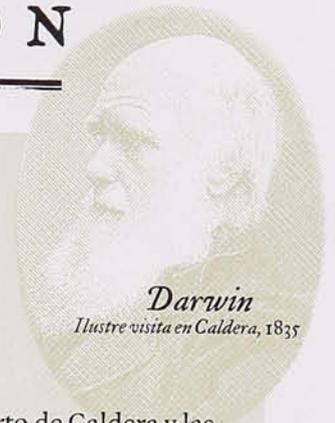
GOBIERNO DE CHILE

CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES

# INTRODUCCIÓN

¿Qué es el patrimonio?  
¿Qué valor tiene?

¿Qué actividades pueden  
desarrollarse en torno a él?



La costa de la III Región sustenta un variado y atractivo patrimonio natural y cultural, formado por elementos únicos y por tanto irremplazables.

Muchas veces desconocidos, los elementos patrimoniales constituyen un tesoro para la comunidad, por lo cual son valorados como materia prima de la identidad local, girando en torno a ellos tanto sus costumbres como sus tradiciones.

Un granito orbicular, playas vírgenes, grandes campos de dunas, una gran diversidad de fósiles, formaciones geológicas multicolores y, cada cierto tiempo, el fenómeno del desierto florido, son algunos de los elementos del patrimonio natural de este sector litoral, al sur del desierto de Atacama.

Por otra parte, el patrimonio cultural está representado por restos arqueológicos de poblaciones prehispánicas, la historia

y arquitectura del puerto de Caldera y las huellas de las estaciones ferroviarias del tren Copiapó-Caldera.

El patrimonio, junto a la protección y preservación de sus componentes naturales y culturales, permiten la elaboración y ejecución de proyectos locales sustentables, cuyas iniciativas son principalmente científicas, artísticas, sociales y culturales. Un buen ejemplo es el positivo desarrollo del ecoturismo a lo largo de nuestro país.

El presente catálogo es un catastro de algunos de los elementos patrimoniales de la comuna. Ellos son clasificados en forma de fichas ilustradas según su catalogación como patrimonio natural o cultural. Estos elementos patrimoniales se sitúan espacial y temporalmente en el mapa y en la línea de tiempo de la página siguiente.

## EQUIPO

Mario Suárez  
Carlos Marquardt  
María Elena Noël  
Boris Sepúlveda  
Tono Rojas

## PRODUCCIÓN Y DISEÑO

Consultora Cultural G4  
ccg4@chile.com

## AUSPICIA:



## PATROCINAN:



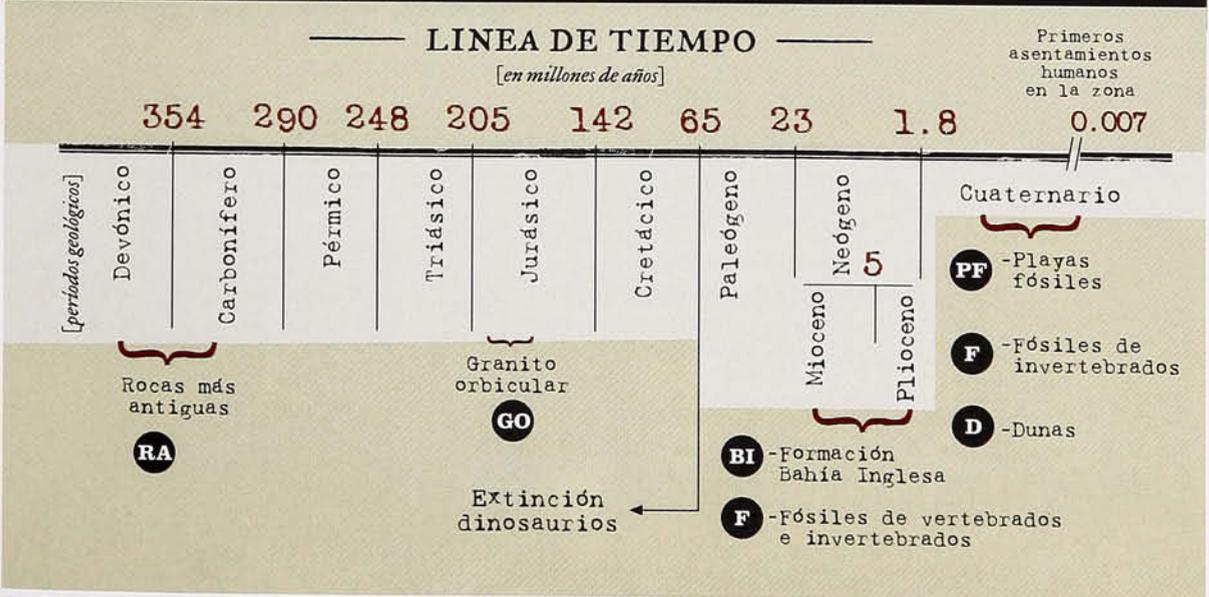
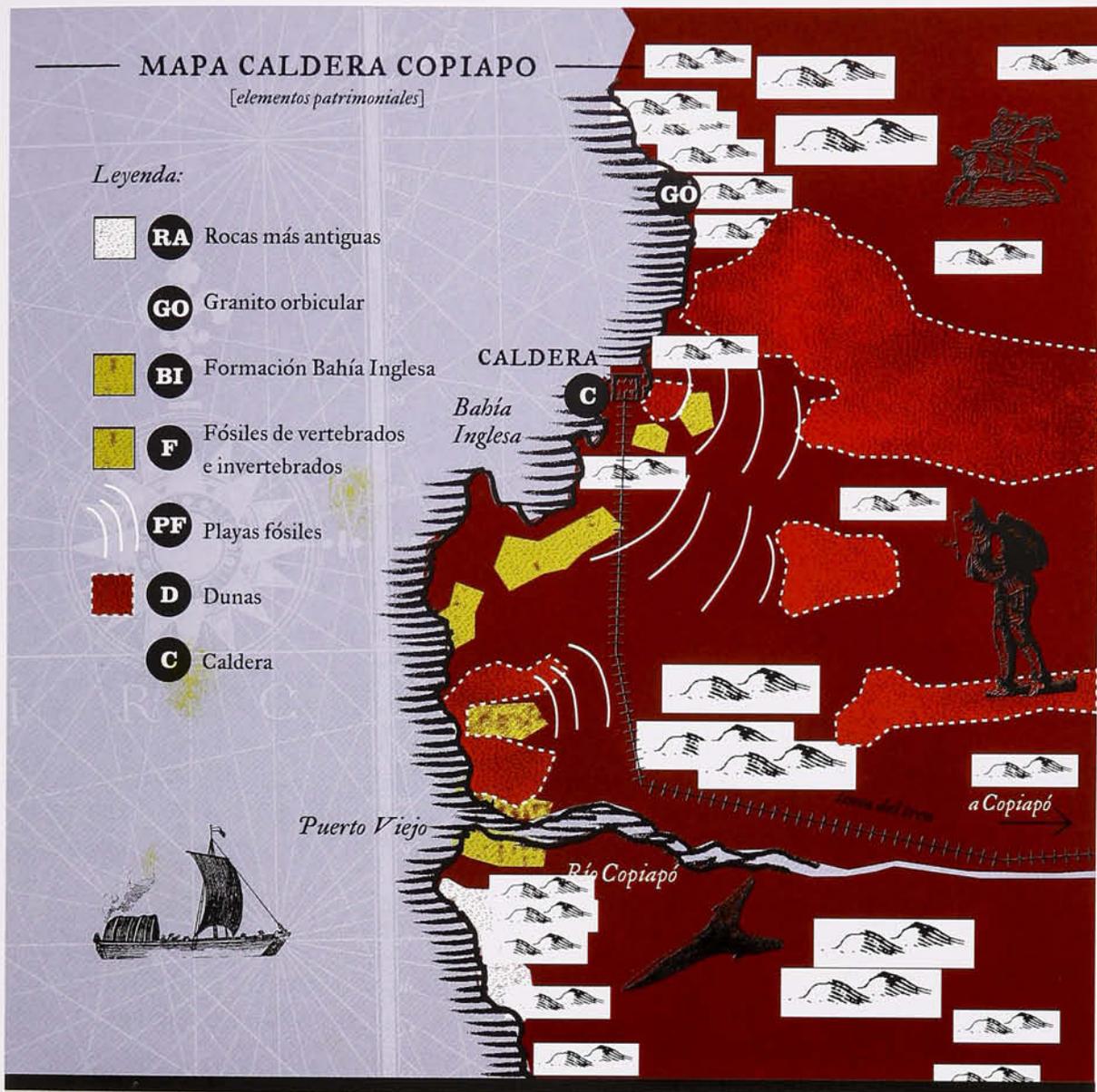
GOBIERNO DE CHILE  
SERVICIO NACIONAL  
DE GEOLOGÍA Y MINERÍA



Ilustre Municipalidad de Caldera



EXPLORA  
en Programa CONICYT  
Proyecto Explora-Conicyt  
(cod. E08/03/035)



# PATRIMONIO NATURAL

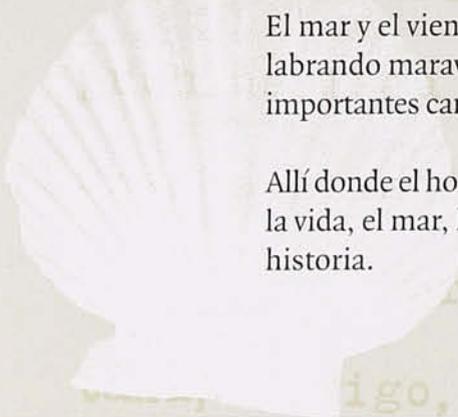
**M**uchas veces observamos con detención y asombro hermosos paisajes o disfrutamos de mágicos y diversos entornos. Hemos deseado poder llevar con nosotros esos lugares, mantenerlos en la memoria, en una foto o, incluso, poder quedarnos a vivir en ellos para siempre.

Gran parte de los elementos del patrimonio natural de Caldera tardaron millones de años para constituirse y, finalmente, darse a conocer. Es el caso de las rocas más antiguas de la zona, las cuales –con cerca de 300 millones de años de antigüedad– irrumpen al sur de Puerto Viejo. El granito orbicular, situado a escasos kilómetros al norte de Caldera, nos cuenta sobre la existencia de volcanes al mismo tiempo en que los dinosaurios poblaban nuestro planeta.

La riqueza paleontológica de la zona está representada por una gran diversidad de restos fósiles de animales marinos, tales como moluscos, tiburones, mantarrrayas, peces, pingüinos, pelícanos, focas, delfines, ballenas, tortugas e incluso cocodrilos. Testigos de un mundo ancestral que despierta ante nosotros, estos fósiles dan cuenta de los últimos 16 millones de años de la historia natural de nuestro territorio.

El mar y el viento nos muestran su prolijo y delicado trabajo labrando maravillosas playas –algunas emergidas– y formando importantes campos de dunas que se internan por llanos y valles.

Allí donde el hombre no ha intervenido ni modificado su entorno, la vida, el mar, la lluvia y el viento han ido escribiendo su propia historia.



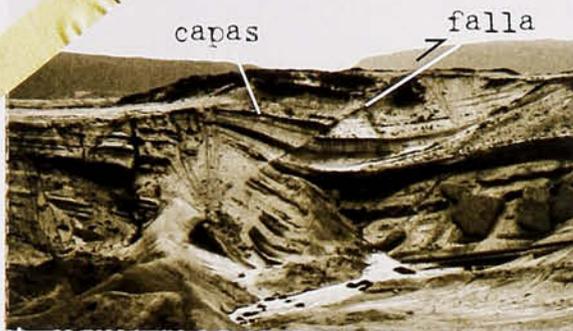
Reiobido 15-10-38

Devuelto 18-10-38

## FORMACIONES GEOLÓGICAS

RA

PATRIMONIO  
GEOLOGICO



Rocas o sedimentos agrupados por sus semejanzas. La Formación Bahía Inglesa contiene sedimentos de origen marino, ricos en fósiles, que constituyen capas o estratos multicolores.

Poseen una antigüedad (edad) que desde el Mioceno hasta el Plioceno. En el mapa geológico de Caldera, publicado por SERNAGEOMIN, se muestra la distribución de ésta y otras unidades geológicas, junto con estructuras de ruptura frágil (falla) como la aquí ilustrada.

SANTUARIO DE LA  
NATURALEZA

## GRANITO ORBICULAR

GO

PATRIMONIO  
GEOLOGICO



Decreto N 77 12 enero 1981, MINEDUC.

Roca granítica (formada a partir de un fundido rico en silicatos llamado magma) que posee orbículas o esferas, constituidas por capas o bandas de minerales claros y oscuros cristalizados simultáneamente. Esta roca habría constituido las raíces de volcanes que aquí existieron durante el Jurásico.

## CAMPO DE DUNAS

D

PATRIMONIO  
GEOLOGICO

Acumulación de sedimentos tamaño arena, transportados por acción del viento.

En la zona existen dunas activas (que se mueven en la dirección del viento predominante) y dunas inactivas (inmóviles, en parte sujetas por los matorrales).



## PLAYAS FÓSILES Y ACTUALES

PF

PATRIMONIO  
GEOLOGICO



Lugares naturales donde se junta el mar con el continente. Las playas actuales contienen guijarros y/o arenas, y en ellas se pueden formar acantilados marinos.

Se observan playas fósiles en los llanos de Caldera, producto tanto de las variaciones del nivel del mar como del levantamiento del continente durante el Cuaternario.



### LOS FOSILES:

Son restos de seres vivos preservados a través del tiempo mediante diversos procesos. Para identificar un fósil los paleontólogos utilizan un sistema de clasificación que permite agrupar a los seres vivos (taxonomía). Así, los fósiles y seres vivos pueden ser ordenados en distintas categorías en base a sus características morfológicas.



## OSTIÓN FÓSIL Y ACTUAL



PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico : *Chlamys calderensis* (Ostión fósil)

Nombre científico: *Argopecten purpuratus* (Ostión actual)

Nombre local: Ostión



Ostión fósil



Ostión actual

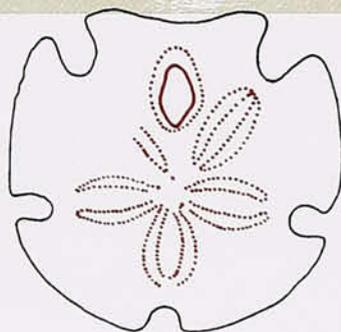
En la actualidad, *Argopecten purpuratus* es común en las aguas de la comuna de Caldera y constituye el molusco más importante de la acuicultura en el norte de Chile. Este ostión también es encontrado en las playas fósiles del Cuaternario.

Por su parte, el ostión fósil *Chlamys calderensis* es muy común en la Formación Bahía Inglesa y se diferencia de la especie actual por los dibujos de su concha.

## ERIZOS PLANOS



PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: *Encope calderensis*.

Nombre local: Dólar de arena

Estos erizos planos de mares tropicales, actualmente no habitan aguas chilenas, pero sus restos fósiles indican que fueron muy comunes en la comuna de Caldera durante el Neógeno.

## TIBURÓN MAKÓ



PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: *Cosmopolitodus hastalis*

Nombre local: Mako

Este diente perteneció a la especie de tiburón fósil más abundante en la Formación Bahía Inglesa y es característica de los niveles del Mioceno. Los tiburones renuevan su dentadura constantemente.

## TIBURÓN VACA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Hexanchus* sp.  
Nombre local: Peinetas o Soles

Peinetas

Los dientes laterales inferiores de los tiburones de esta especie, se conocen como “peinetas” y los dientes inferiores anteriores son popularmente llamados “soles”

Los dientes fósiles de “tiburones vaca” son relativamente escasos en la Formación Bahía Inlesa.



Soles



### SOBRE EL NOMBRE DE LOS FOSILES

Un nombre científico es una denominación formal. Por ejemplo, en el ostión fósil llamado *Chlamys calderensis*, “*Chlamys*” se refiere al género del animal y “*calderensis*” a su especie. Cuando la especie no ha sido identificada se abrevia sp. como en el tiburón *Echinorhinus* sp.

La constante interacción de la comunidad de Caldera con restos fósiles representados por conchas, dientes y huesos de distintos animales, algunos con formas bastante extrañas, ha inspirado a los calderinos para bautizarlos con nombres locales.



## RAYA ÁGUILA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Myliobatis* sp.  
Nombre local: Paladar de Mantarraya

Los restos fósiles de estas rayas se conocen como “paladares de mantarraya”.

Fósiles de rayas águila son poco comunes en la Formación Bahía Inglesa y se encuentran representadas por espinas y placas dentales, a veces de gran tamaño, como la de la foto adyacente.



## TIBURÓN ESPINOSO

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: *Echinorhinus* sp.

Nombre local: Diente de papel.

Los dientes fósiles de tiburones espinosos son relativamente escasos en los niveles del Mioceno de la Formación Bahía Inglesa, pero abundan en capas del Plioceno.

## TIBURÓN SIERRA

F

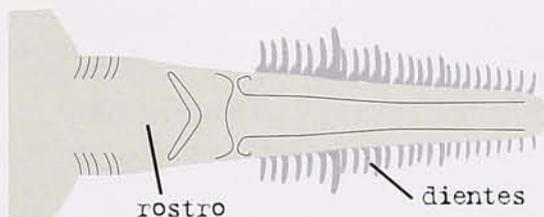
PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Pristiophorus* sp.

Nombre local: Sables

Las espinas del rostro de este tiburón se conocen popularmente como "sables".

Estas espinas son relativamente comunes en el Mioceno de la Formación Bahía Inglesa.



## TIBURÓN CORNUDO

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



1 mm aprox.

Nombre científico: *Heterodontus* sp.

Los dientes fósiles de tiburones cornudos son especialmente abundantes en los niveles miocenos de la Formación Bahía Inglesa.

Se encuentran representadas por piezas dentales muy pequeñas (milimétricas) de forma variable.

### FOSILES DE TIEMPOS DISTINTOS

Los fósiles de Caldera provienen de sedimentos marinos asociados a dos periodos geológicos: el más antiguo es el Neógeno (entre 1,8 y 23 millones de años) que incluye a la Formación Bahía Inglesa, y el más reciente es el Cuaternario (los últimos 1,8 millones de años), correspondientes a las playas fósiles (terrazas marinas).



## TIBURÓN TIGRE DE ARENA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: *Odontaspis ferox*  
Nombre local: los con cachos

Los dientes fósiles de estos tiburones se encuentran presentes en niveles del Mioceno y Plioceno. Se caracteriza por poseer una cúspide principal (denticulo mayor) y dos o más denticulos laterales, como se observa en la foto adyacente.

## TIBURÓN BLANCO

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Carcharodon carcharias*  
Nombre local: Sierra o Serrado.

Los dientes fósiles de “tiburones blancos” son relativamente escasos en los niveles Mioceno, pero se hacen muy abundante en el Plioceno.



## MEGALODÓN

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Carcharocles megalodon*.  
Nombre local: Megas, Megalodones o Chanchitos

Los dientes de esta especie son conocidos bajo distintas denominaciones: a los dientes anteriores o laterales de gran tamaño se les conoce como los “mega” o “megalodones” y a los más pequeños y posteriores se les llama “chanchitos”.

Algunos dientes de *Carcharocles megalodon* de la Formación Bahía Inglesa alcanzan los 17 cm de altura. Esta especie de tiburón carnívoro está extinta y es la más grande que ha existido en los mares de nuestro planeta.



Los dientes del megalodón son casi del tamaño de una mano.

## FOCA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: Monachinae  
Nombre local: "mandíbula de lobo"

Fragmentos de cráneo, dientes, extremidades y vértebras de, a lo menos, dos géneros de focas: *Piscophoca* y *Acrophoca* son relativamente comunes en sedimentos fosfáticos y areniscas del Mioceno de la Formación Bahía Inglesa.



### ¿POR QUE SE ENCUENTRAN FOSILES MARINOS EN TIERRA FIRME?

La gran cantidad de fósiles marinos encontrados lejos de la costa, se explica por dos procesos: (1) los altos niveles que alcanzó el mar en el pasado (se estima que llegó hasta 150 metros sobre el nivel del mar actual), y (2) al lento pero continuo alzamiento tectónico (\*) de la costa durante el último millón de años .



(\*)Tectónico: que tiene relación con el movimiento de las placas. Producto de este movimiento se generan, por ejemplo, los temblores o terremotos (sismos) y la formación de cordilleras.

## BALLENA DE ESPERMA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO



Nombre científico: Hoplocetinae  
Nombre local: Banano

Enormes dientes fósiles de cachalotes (Ballenas de esperma) y abundantes esqueletos de ballenas son encontrados en los niveles de fosforita de la Formación Bahía Inglesa. Las fosforitas son rocas ricas en fósforo.

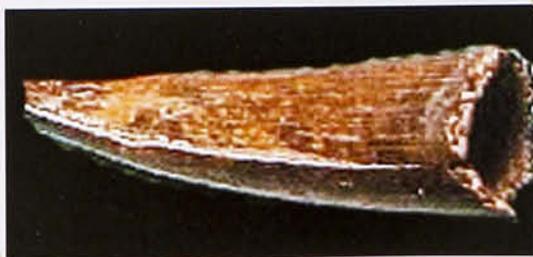
## COCODRILO

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Crocodylia* indet.

Restos de cráneo, mandíbulas, vértebras, placas dérmicas y dientes fósiles atribuibles a cocodrilos, son relativamente frecuentes en niveles del Mioceno de la Formación Bahía Inglesa.



## PEZ VELA

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Makaira* sp.  
Nombre local: Espada, cola de pescado



Fósiles de peces velas son muy abundantes en el Mioceno de la Formación Bahía Inglesa. Se encuentran representados por rostros, vértebras y complejos caudales (cola).

## ATÚN

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Thunnus* sp.  
Nombre local: Cola de pescado



Los fósiles de atunes de la Formación Bahía Inglesa son muy abundantes y se encuentran principalmente representados por huesos de la región caudal (cola).

## PINGÜINO

F

PATRIMONIO  
PALEONTOLOGICO

Nombre científico: *Spheniscus* sp.  
Nombre local: pata de pingüino



Los fósiles de pingüinos son muy abundantes en los niveles miocenos de la Formación Bahía Inglesa. Se encuentran representados por, a lo menos, dos géneros. El material comprende algunas porciones de esqueletos semiarticulados, cráneos aislados y abundantes huesos de extremidades.

### DATOS DE ACTUALIDAD

Una importante y representativa colección de fósiles es exhibida en el hall del Centro Cultural Estación Caldera. Esta iniciativa constituye un importante paso de la comunidad local para promover y resguardar el patrimonio paleontológico de la zona.

La pronta incorporación de "Josefina" (un enorme cráneo de ballena fósil descubierta en Bahía Salado) a este Centro Cultural, augura un promisorio futuro de interés científico, cultural y turístico para Caldera.

# PATRIMONIO CULTURAL

**C**on el término patrimonio cultural nos referimos a todas aquellas manifestaciones o producciones propias del ser humano que pueden ser tanto tangibles como intangibles, esto es, que pueden o no tener un sustento material.

En conjunto, estos bienes —los bienes culturales— dan sentido de pertenencia a un grupo humano, a una nación o a una comunidad, permitiendo el desarrollo de éstos en forma cohesionada y con objetivos comunes. Para estos grupos, por tanto, tales bienes pueden ser relevantes desde el punto de vista arqueológico, histórico, etnográfico, científico, social, económico, u otro, y dan significado al medio en que nos desenvolvemos. También dan cuenta de nuestro pasado permitiendo que aprendamos de nuestras experiencias positivas y negativas para enfrentar los desafíos del futuro en forma más eficiente y con mejores herramientas.

Aunque se suele hacer una separación entre los bienes tangibles y los intangibles, en la práctica esta dicotomía no es tan evidente, ya que son precisamente los valores —inmateriales por naturaleza— los que nutren de significado a los objetos y estructuras, y les otorgan un carácter patrimonial.

Aunque no encontramos la monumentalidad característica del patrimonio de otras naciones americanas, el patrimonio cultural chileno es numeroso y diverso. Sin embargo, en este catálogo nos referiremos a aquellos bienes de la comuna de Caldera que están protegidos como Monumento Nacional.

La ley que regula las materias relativas al Patrimonio Cultural en Chile es la denominada Ley de Monumentos Nacionales (Nº 17.288 de 1970). Esta ley establece 5 categorías de Monumento Nacional: Monumento Histórico, Monumento Arqueológico y Paleontológico, Zonas Típicas o Pintorescas, Santuario de la Naturaleza y Monumento Público.



La Copiapó.  
Primera locomotora  
del tren Copiapó-Caldera.

**MONUMENTO  
HISTORICO**

Decreto N 4543  
27 mayo 1952,  
MINEDUC.

(Foto: Sergio Soto, [www.trenschilefotos.tk](http://www.trenschilefotos.tk))

## ESTACIÓN DE FERROCARRILES



PATRIMONIO CULTURAL

Decreto N°045 20 julio 1964, MINEDUC.



Comenzó a ser construida en 1850, al mismo tiempo que la línea férrea. Su planta rectangular abarca una superficie de 2.600 m<sup>2</sup> encerrada por cuatro grandes portones de madera. Está construida de una gruesa tabiquería revocada con barro, paja y afinado. El techo es de dos aguas y su cubierta, sobre la que se insertan claraboyas, es de fierro galvanizado. Además, posee dos frontones triangulares de estilo neoclásico, rematados por una torrecilla, sobre una de las cuales se instaló un reloj.

Su principal valor está en la gran relevancia que significó para la historia del transporte de Chile, ya que es el destino final de la vía que unía Copiapó con el puerto de Caldera, y el primer tramo de línea férrea construida en nuestro país. Caldera era el puerto de destino de las riquezas minerales que aportaron a la prosperidad de nuestro país durante el siglo XIX.



(Foto: gentileza Dirección de Arquitectura III Región)

## CEMENTERIO LAICO DE CALDERA



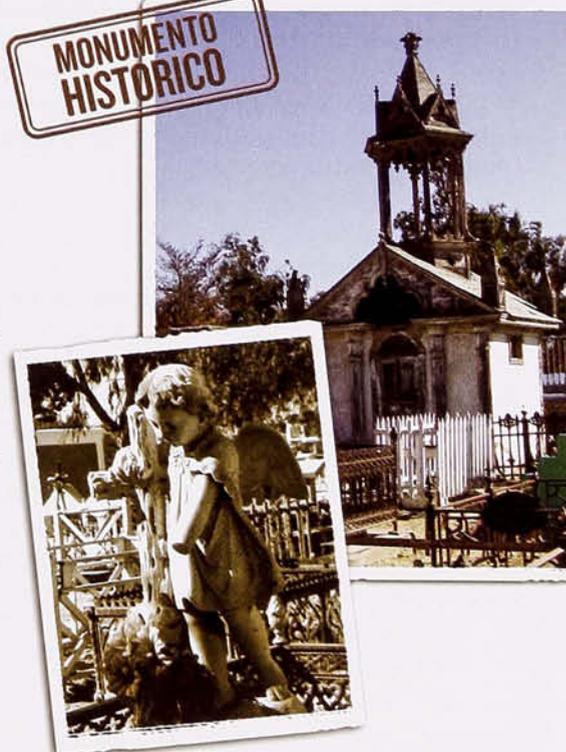
PATRIMONIO CULTURAL

Decreto N 316 3 junio 1996, MINEDUC.

El Gobernador don Domingo Reyes Gómez mandó construir un cementerio laico en Caldera, que fue inaugurado en el año 1876. De esta forma se constituyó en el “Primer Cementerio Lego de la República”, tal como indica una placa instalada en su frontis.

Su importancia radica principalmente en que es un reflejo de los valores progresistas y de la tolerancia de las autoridades y de la sociedad chilena del siglo XIX.

Los mausoleos y las tumbas más antiguas del cementerio cuentan con lápidas de mármol de Carrara y rejas forjadas por artesanos ingleses. En este lugar están enterrados los tripulantes insurgentes del blindado Blanco Encalada, caídos en el ataque que, en nombre del Presidente Balmaceda, hicieron los cazatorpederos Condell y Lynch en abril de 1891. También están enterrados los primeros ingenieros, maquinistas y funcionarios del Ferrocarril Copiapó/Caldera, además de ciudadanos chilenos e innumerables extranjeros que trabajaron en la zona.



## MONUMENTOS ARQUEOLÓGICOS DE LA COSTA DE CALDERA

**C** PATRIMONIO CULTURAL

Por el solo ministerio de la ley, son Monumentos Arqueológicos de propiedad del Estado los lugares, ruinas, yacimientos y piezas antro-po-arqueológicas que existan sobre o bajo la superficie del territorio nacional. Quedan comprendidas también las piezas paleontológicas y los lugares donde se hallaren. (art. 21, ley 17.288).



**MONUMENTO ARQUEOLÓGICO**

(Fotos: Los primeros americanos y sus descendientes. Ed. Antártica, 1988)

### PREHISTORIA

Ocupaciones humanas más antiguas:

Las primeras evidencias de presencia del hombre corresponden a la Cultura Huentelauquén, que se extendió por la costa, entre la parte sur de la Región de Antofagasta y la IV Región. Eran especialistas en la caza y la recolección de recursos marinos. Además de instrumentos líticos asociados a la actividad económica principal de estos grupos, los materiales más característicos asociados a esta cultura son los conocidos litos geométricos y grandes puntas de proyectil.

Cambios culturales en una economía eminentemente de pesca:

Entre los 6.000 y 2.000 años antes del presente (A.P.) aparentemente esta zona es ocupada por una población distinta, ya que los artefactos que se asocian a ella son de características muy disímiles. Ya no se encuentran litos geométricos, y las grandes puntas son reemplazadas por pequeñas puntas de proyectil triangulares. Además, hay abundancia de anzuelos, pesas para redes de pesca e instrumentos de hueso.

La aparición de la cerámica:

A partir del 2.000 A.P. se genera un gran cambio cultural: se comienzan a fabricar y utilizar vasijas cerámicas y se inicia la domesticación tanto de fauna como de especies vegetales. Es así como se da comienzo a un sistema de vida más sedentario, cuyos inicios están representados por la Cultura El Molle, de fuerte desarrollo en los valles y precordillera de la región.

Hacia el 700 después de Cristo (D.C.) se empiezan a encontrar evidencias materiales de un grupo distinto denominado por los arqueólogos como Complejo Cultural Ánimas. Una de los elementos más característicos de este complejo es la presencia de camélidos en las tumbas, además de la cerámica que es considerada como el antecedente de la alfarería Diaguita que corresponde al desarrollo cultural posterior. Aunque en el norte chico la Cultura Diaguita sucede al complejo Ánimas, en el sector que describimos en este catálogo, nos encontramos ante la presencia de la denominada Cultura Copiapó, contemporánea, pero distinta a lo Diaguita. Los asentamientos Copiapó en la costa, sin embargo, son muy escasos ya que habrían tenido un desarrollo más bien al interior del territorio comprendido entre el “despoblado de Atacama” y el río Huasco.

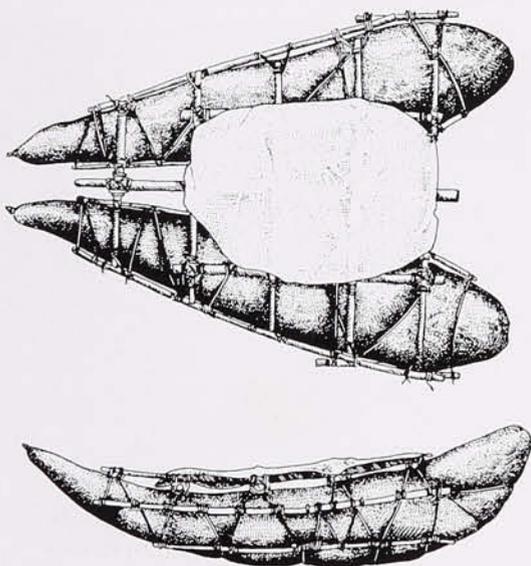
Changos, los pescadores del norte:

Los pescadores de la prehistoria que habitaron la costa de Caldera, utilizaron embarcaciones que les permitieron explotar diversas especies marinas. Con ellas también fue posible acceder a islas e islotes del litoral de Atacama ricos en mamíferos marinos y aves.

Esta embarcación llamada “Balsa de Cuero de Lobos”, es única en la historia de la navegación del mundo, debido a sus materiales y la particular técnica de construcción. Consiste en dos flotadores de cuero inflados, dispuestos en forma paralela o convergente hacia la proa, cada uno elaborado a partir de dos o tres cueros de lobo marino cocidos e impermeabilizados, sobre los que se ponía una armazón de madera.

Fue profusamente utilizada durante la Colonia y hasta mediados del siglo XIX para la carga de navíos en los principales puertos salitreros y mineros de la costa norte del país.

Los usuarios de este tipo de embarcación, así como todos quienes tenían por actividad la pesca, fueron genéricamente denominados “changos” por los españoles. Es decir, esta denominación no se refería a una cultura determinada, sino a una actividad económica.



(Fotos: Culturas de Chile: Prehistoria. Ed. Andrés Bello, 1989)



**CONCHAL:**

Acumulación de conchas depositadas por poblaciones prehispánicas, para quienes los moluscos (de una o dos conchas) eran un alimento importante. Entre las conchas es posible encontrar fragmentos cerámicos, instrumentos de piedra, fogones e incluso enterratorios humanos.



Cerámica Diaguita

(Fotos: Museo Chileno de Arte Precolombino)

**SITIOS ARQUEOLÓGICOS**

Estudios recientes en el sector específico que describimos han establecido concentraciones de sitios arqueológicos en los sectores comprendidos entre:

**Río Copiapó y Puerto Viejo:**  
se trata fundamentalmente de campamentos de cazadores recolectores donde la actividad principal reconocida es la elaboración de instrumentos de piedra.

**Puerto Viejo y Quebrada Totoral:**  
aquí hay una mayor diversidad funcional de sitios. Nos encontramos con campamentos asociados a estructuras de piedra y a fragmentos de cerámica; “conchales”(ver nota) con presencia de líticos; estructuras asociadas a piques mineros y campamentos de cazadores recolectores.

**Quebrada Totoral y Carrizal Bajo:**  
en este sector se registraron campamentos de diversa extensión asociados a grupos portadores de cerámica o bien a cazadores recolectores.

El término "patrimonio" nos lleva a pensar en lo significativo, en lo trascendente, en aquello que nos identifica y traspasa generaciones. Se refiere a la memoria natural y cultural de una sociedad.

El "patrimonio natural" está constituido por todos los elementos o formaciones naturales, de carácter físico, químico o biológico, que sean importantes para la conservación de la diversidad de los hábitat y especies, para la preservación de la calidad escénica de los paisajes, o para la ciencia.

El "patrimonio cultural", en cambio, corresponde a todas aquellas manifestaciones o producciones propias del ser humano que pueden ser tanto tangibles como intangibles; esto es, que pueden o no tener un sustento material.

## PARA SABER MÁS

### *de patrimonio natural:*

- Carta Caldera, Región de Atacama.  
Godoy, E.; Marquardt, C.; Blanco, N.  
SERNAGEOMIN, Carta Geológica de Chile, Serie Geología Básica, N° 76. Santiago. [2003]
- El gabro orbicular de quebrada Animas Viejas, Provincia de Chañaral, Chile.  
Godoy, E.  
VIII Congreso Geológico Chileno, Actas Vol. II. [1997]
- Origen de las arenas dunares de la región de Copiapó, Desierto de Atacama, Chile.  
Paskoff, R.; Cuitiño, L.; Manríquez, H.  
Revista Geológica de Chile, Vol. 30, N° 2. [2003]
- Enseñando Geología a los Niños.  
Serie Enseñanza de la Geología.  
Chong, G.  
Explora-Conicyt, y Universidad Católica del Norte. [2002]

### *de patrimonio cultural:*

- Informe Arqueológico, Declaración de Impacto Ambiental proyecto Ruta Costera Puerto Viejo – Carrizal Bajo.  
Contreras, L.  
Dirección General de Obras Públicas, Ministerio de Obras Públicas. [2003]
- Caza y pesca marítima (9.000 a 1.000 a.C.), en Culturas de Chile, Prehistoria: desde sus orígenes hasta los albores de la Conquista.  
Llagostera, A.  
Editorial Andrés Bello, Santiago. [1989]
- Culturas Prehistóricas de Copiapó.  
Niemeyer, H.; Cervellino, M.; y Castillo, G.  
Museo Regional de Atacama. [1998]
- Recursos Culturales del Parque Nacional Pan de Azúcar, III Región.  
Vásquez, M. [MS]
- Monumentos Nacionales de Chile.  
Montandón, R.; Pirotte, S.  
Dirección de Arquitectura, Ministerio OO.PP. Consejo de Monumentos Nacionales, Ministerio de Educación. Santiago. [1998] 2ª edición.



**FFE**  
MINERALS



- Chancadores y Molinos
- Correas Transportadoras y Alimentadoras
- Tambores Aglomeradores
- Celdas de Flotación
- Plantas de Chancado
- Servicios Integrales de Mantenimiento y Producción

FFE MINERALS CHILE S.A.:  
Avda Fresia 2132  
Renca - Santiago  
Fono: 8763200 Fax: 6415687  
Barros Errázuriz 1954 of 708  
Providencia - Santiago  
Fono: 3282900 Fax: 3410484

**WWW.FFEMINERALS.COM**

Member of the F.L. Smidth Group

Para una industria de máxima competitividad

# Tenemos la Solución a su Flota



www.relsa.cl



Su flota de Vehículos, Maquinarias y Equipos es clave para el éxito de su negocio. Hoy, no sólo garantizamos su Disponibilidad: la entregamos con los máximos estándares en Seguridad, Calidad y Gestión Ambiental.



Relsa, Rentaequipos Leasing S.A. Servicio de Calidad Premio "Consejo Nacional de Seguridad", mejor índice en grupo 23, SERVICIO a VEHICULOS, categorías C y D. 2003



Relsa, Rentaequipos Leasing S.A. Servicio de Calidad Certificada ISO 9001, para operaciones circunscritas en La Región Metropolitana. 2004

**RELSA**  
Rentaequipos Leasing S.A.





Lo que era sólo una posibilidad se levantó sobre la nada como un sueño más real que la realidad. Un oasis de posibilidad para los que buscan. Los comienzos de una historia en medio del infinito, donde cada trabajador comienza el día con un sentido de propósito y lo termina con un sentido de logro.

**El norte de  
nuestra  
exploración,  
hacer las  
cosas bien**



**Minera Escondida**  
 Latitud: 24° 15' 30" Sur  
 Longitud: 69° 4' 15" Oeste  
 Altura: 3.050 metros  
 sobre el nivel del mar.  
[www.escondida.cl](http://www.escondida.cl)

**Ubicación de la Mina**  
 El yacimiento Escondida se encuentra ubicado en el desierto de Atacama, en el norte de Chile, aproximadamente a 170 kilómetros al sudeste de Antofagasta.

**Minera Escondida Antofagasta**  
 Avenida de la Minería 501  
 (Casilla 690) Antofagasta, Chile  
 Teléfono (56-55) 247 935

**Minera Escondida Santiago**  
 Avenida Américo Vespucio Sur 100  
 Piso 9, Las Condes  
 Santiago, Chile  
 Teléfono: (56-2) 330 5000