



Cámara Chileno-Alemana
de Comercio e Industria - CAMCHAL
Deutsch-Chilenische
Industrie- und Handelskammer

Proyecto apoyado por



Bundesanstalt für
Geowissenschaften
und Rohstoffe

Valorización de Relaves de la Mediana Minería



Contenidos:

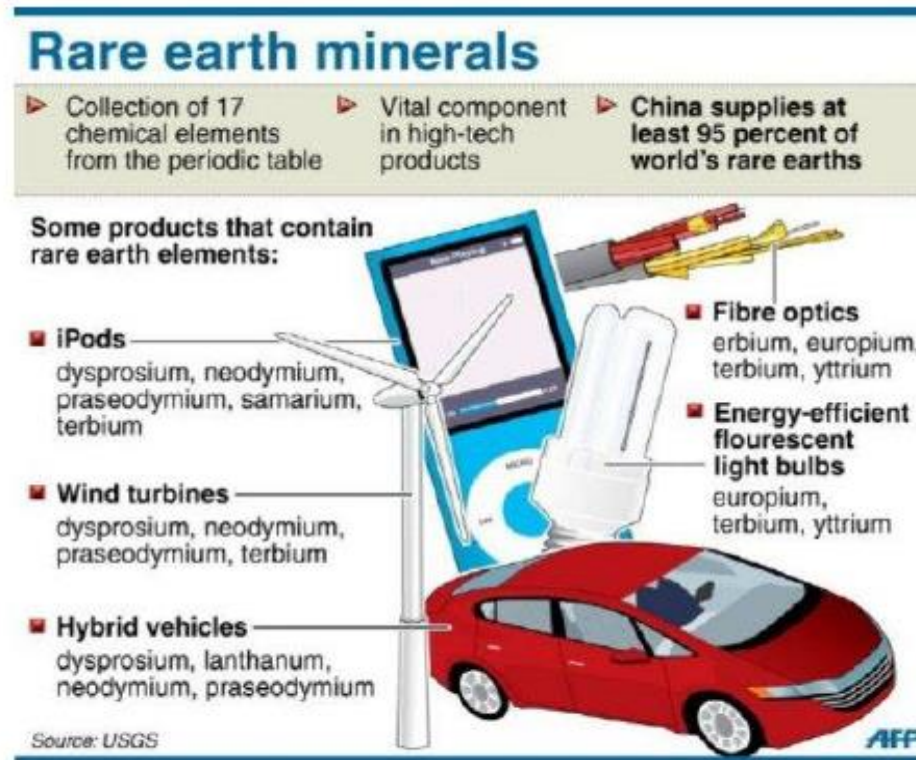
- “ Introducción
- “ Demanda de elementos críticos por tecnologías de última generación.
- “ Situación de la oferta mundial de estos elementos críticos
- “ Existe alguno de estos elementos en Chile?
- “ Residuos mineros masivos en Chile
- “ Proyecto: “Identificar elementos de valor en residuos mineros (relaves) y evaluar su recuperación como productos comerciales”
 - . Resultados esperados
 - . Trabajos realizados
 - . Resultados recientes
 - . Próximas actividades
 - . Ejemplo esquemas tecnológicos

Introducción

- “ El nivel de desarrollo alcanzado por los países industrializados, está ligado y es consecuencia del desarrollo tecnológico que han logrado.
- “ A su vez, el desarrollo tecnológico ha sido posible gracias a la creación de nuevos materiales, nuevas aleaciones y nuevas tecnologías lo que permite hacer materiales más livianos, más resistentes a temperaturas extremas, mejores conductores, con mayor capacidad de almacenamiento, más dúctiles, etc.
- “ Las nuevas tecnologías han traído enormes adelantos en áreas como las comunicaciones (telefonía móvil, transmisión de datos, pantallas planas, cámaras digitales), La industria automotriz (Vehículos eléctricos), la industria aeroespacial (fuselaje para aviones, cohetes), industria química (catalizadores, materiales para reactores), en la aplicaciones de energías renovables no convencionales (imanes permanentes, recubrimiento de celdas fotovoltaicas), Industria electrónica (condensadores, micro procesadores)

Que ha hecho posible desarrollar tecnologías de última generación?

- “ Arduos trabajos de investigación (básica y aplicada), lo que ha redundado en nuevos conocimientos científicos tecnológicos, sobre características y propiedades de varios elementos y sus aleaciones
- “ La fabricación y producción a nivel industrial de nuevos materiales (aleaciones metales tradicionales + TRR)



Fuente: Servicio Geológico de EE.UU.

La demanda de elementos críticos, debido a las nuevas tecnologías, por año 2030.

Raw Material	World production 2006 (t)	Demand New technologies 2006 (t)	Demand New technologies 2030 (t)	Increased demand New technologies %
Ga	152	28	603	2153,6
In	581	234	1.911	816,7
Ge	100	28	220	785,7
Nd	16.800	4.000	27.900	697,5
Pt	255	no relevante	345	345,0
Ta	1.384	551	1.410	255,9
Ag	19.051	5.342	15.823	296,2
Co	62.279	12.820	26.860	209,5
Pd	267	23	77	334,8
Ti	7.211.000	15.397	58.148	377,7
Cu	15.093.000	1.410.000	3.696.070	262,1

Fuente: Estudio Fraunhofer-institut Für System-Und Innovationsforschung ISI. Año 2009

Situación de la oferta mundial de estos elementos críticos

- “ Muchos de estos elementos se producen en pocos países. En 2007, China produjo el 95% de las tierras raras, en el mundo, incrementando esta cantidad hasta el 97% en 2010. En ese mismo año, China comunica al mundo la decisión de disminuir las exportaciones de tierras raras a 30.300 toneladas. El Gobierno EE.UU. reaccionó mediante la presentación de una queja formal ante la OMC (Organización Mundial del Comercio), en marzo, 2012.
- “ Estos recortes han provocado serios problemas de carácter político y comercial, entre China y Japón, Alemania, y otros países que demandan este tipo de productos. Esta situación ha originado una verdadera carrera entre los países industrializados, con el fin de asegurar un suministro estable de estas materias primas estratégicas de otros países.
- “ La UE considera que los problemas relacionados con la disponibilidad y el suministro de materias primas es un riesgo, que pudiera afectar a 30 millones de empleos en Europa.

Existe alguno de estos elementos en Chile?

Gran cantidad de estudios geológicos, señalan que en Chile existe una de las mayores de mineralización de cobre del mundo.

Agrupadas principalmente en tres tipos de depósitos:

- “ **Vetiformes** (óxidos de cobre de alto grado).
- “ **Pórfido de cobre** (sulfuro de cobre,).
- “ **Estratoligados**. (sulfuros de cobre de alto grado)

De acuerdo a muchos de estos estudios geológicos se ha detectado presencia de hierro, aluminio, molibdeno, plata, oro, plomo, magnesio, titanio y, en menor medida, cinc, selenio y Wolframio, con más moderada presencia de tierras raras.

Residuos mineros masivos en Chile

De acuerdo a la cadena de producción a la que se han sometido los minerales de cobre, cuestión que depende de su carácter de óxido o sulfuro, se generan principalmente los siguientes residuos industriales masivos:

- “ Relaves (plantas de flotación de Residuos).
 - “ Generación Relaves 2012: ca. 318 mill.ton
 - “ Proyección al año 2020: ca. 600 mill.ton

- “ Escoria (minerales y concentrados de tratamiento pirometalúrgico).
 - “ Generación de escoria 2012: ca. 2 mill. ton

- “ Ripios . (Pilas de lixiviación)
 - “ Generación de Ripios al 2012: ca. 400 mill. Ton.

Caracterización química de relaves

Chemical element	Minimum [gr/ton]	Maximum [gr/ton]
Mg	800,0	18.880,0
Ti	107,0	4.000,0
V	27,5	206,0
Mn	113,0	37.660,0
Fe	10.100,0	183.450,0
Co	6,0	199,0
Cu	0,2	19.300,0
Mo	8,5	200,0
Zn	0,3	16.290,0
Ga	2,1	35,0
Ge	1,0	9,5
Se	0,6	2.202,0
Sr	72,4	1.138,0
Sb	2,1	580,5
Ba	1,0	70.576,0
W	5,0	52,3
Te	6,4	8,6

Fuente: Proyecto AHK-BGR/DERA

Tabla producción y precios

Chemical element	World production 2012 (Ton Métricas)	US\$/Ton Año 2012
Antimonio	180.000	13.271
Berilio	230	460.758
Cobalto	110.000	30.871
Fluorita	6.850	30
Galio	273	556.000
Germanio	128.000	1.680.000
Grafito	1.100	1.530
Indio	670	650.000
Magnesio	6.100	4.850
Niobio	69.000	47.000
Platino GMP	179.000	50.803.859
Paladio GMP	200.000	20.900.322
Tierras raras (Junio 2011)	110.000	Lantano: 300.000
		Niodimio: 300.000
		Disproseo : 2.200.000
		Terbio: 3.600.000
		Europio: 5.000.000
Tungsteno	73.000	360

Proyecto: “Identificar elementos de valor en residuos mineros (relaves) y evaluar su recuperación como productos comerciales”
InnovaChile de CORFO



Beneficiarios Atendidos

Empresas del Sector Minero, Inversionistas, Autoridades Regionales, Comunales y Regulatorias, Ámbito académico, Empresas de Ingeniería

Acceso al bien público: Identificación de elementos de valor en residuos mineros y propuestas tecnológicas que permitan la toma de decisiones informada.

Resultados esperados:

- “ Se espera proveer, principalmente al sector minero pero también a inversionistas y autoridades locales y regionales, de información necesaria que permita respaldar la toma de decisiones con respecto de eventuales nuevos negocios:
- ✓ Identificando elementos de valor en residuos mineros (relaves),
- ✓ Caracterizándolos desde el aspecto físico-químico y mineralógico y
- ✓ Proponiendo esquemas tecnológicos que permitan la recuperación de estos elementos como productos comerciales.

Actividades realizadas

- “ Revisión y recopilación de información sobre relaves.
- “ A partir de catastro elaborado por Sernageomin (actualizado 2010) se elaboró plataforma con información (Ubicación, tamaño, eventual composición, dueños , operativo, tipo de producto, etc)
- “ Se realizó preselección enfocada especialmente a mineras de mediano tamaño.
- “ A través de SOMANI se envió carta a cada faena del segmento, solicitando que participaran en el proyecto, permitiendo tomar muestras de sus relaves.

Tener presente que los resultados y la información que genera el proyecto son públicos. (Desincentivo para algunos)

Actividades de terreno

- “ Con presencia de especialistas del co-ejecutor BGR, se visitaron durante marzo 2014, 11 faenas y se tomaron 52 muestras.
- “ Algunas de las faenas visitadas se encuentran en la región de Antofagasta, sector de Taltal. Otras en el sector de tierra Amarilla, Vallenar, Ovalle San Felipe.
- “ Todas las muestras fueron analizadas en los laboratorios del SERNAGEOMIN por 59 elementos
- “ Incluyendo elementos trazas y 14 elementos de las tierras raras
- “ Importante aporte del SERNAGEOMIN

Resultado de caracterizaciones 1° Selección de relaves:

Elemento	Concentración (valor máximo)
Cu	4%
Fe ₂ O ₃	54%
Ga	2600 ppm
Te	800 ppm
Tierras Raras	850 ppm

Comparación de resultados

Elemento	Proyecto Carmen (ppm)	Proyecto AHK (ppm)
Total TR	812	843
Elementos de mayor relevancia en TRR:		
Lantano	232	270
Cerio	206	434
Itrio	140	10
Niodimio	28	86

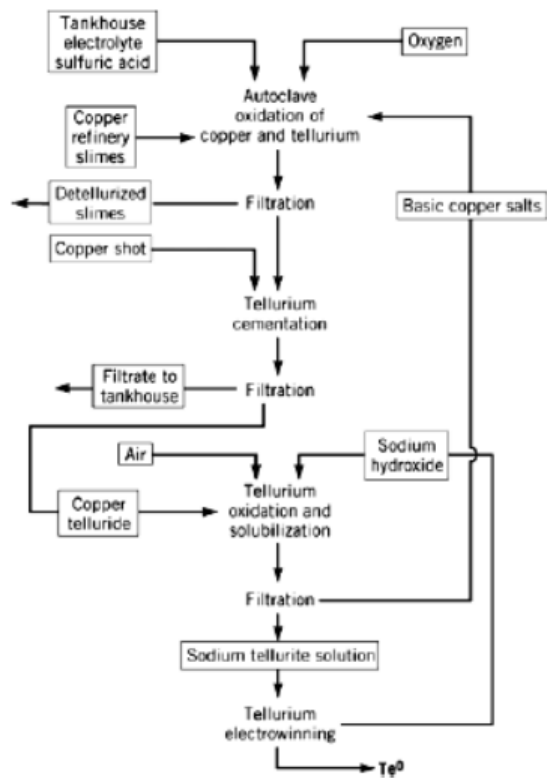
Fuente: Proyecto Prospecto Cerro Carmen, CCHEN, 2007

Próximas actividades de proyecto:

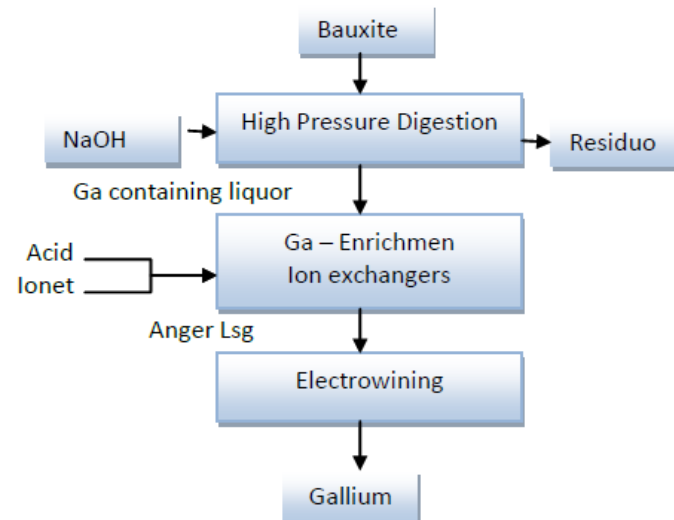
- “ Preselección relaves objeto de estudio.
- “ Caracterización mineralógica, muestra de relaves preseleccionados (Alemania).
- “ Propuesta esquemas tecnológicos recuperación de elementos de valor.
- “ Elaboración y desarrollo programa pruebas laboratorio.
- “ Elaboración informe factibilidad técnico económica para cada relave estudiado.
- “ Difusión de los resultados.

Ejemplo de recuperación de algunos elementos estratégicos

Teluro:



Galio:



Fuente: DERA



Proyecto apoyado por



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION!



Dr. Roberto Mallea

