

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA
Subdirección Nacional de Minería
Departamento de Evaluación de Proyectos Mineros



**Gobierno
de Chile**

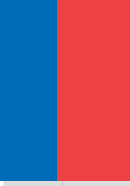
Mariano Gajardo Morales
Ingeniero de Proyectos
Junio 2020

INTRODUCCIÓN

Depósitos de relave

- Los relaves empiezan a tomar relevancia en Chile, Europa, EEUU y Japón a partir del 2010.
- **Porqué en Chile?**
 - El alto tonelaje de relave : 700 millones de toneladas.
 - Lo esperado que se aumente las toneladas los próximos 6 años: en 3000 millones de toneladas.
 - La minería se desplaza hacia las regiones agrícolas
 - La sociedad chilena en general crítica la minería, en especial los depósitos de relaves (Tilti, Illapel, Taltal, Tierra Amarilla)

Porqué la Comunidad Europea y EEUU?



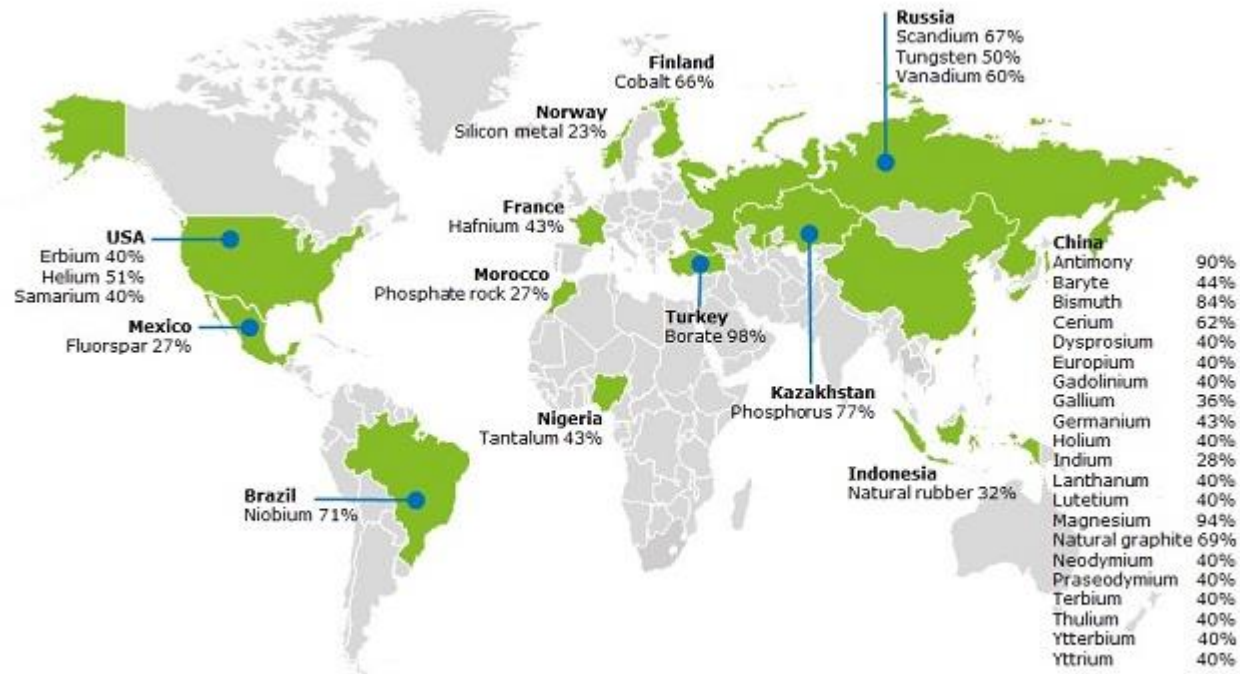
- El 2010 China comunica al mundo su decisión de disminuir las exportaciones de tierras raras y de otras materia críticas .
- **Significado: Se produce rápida carrera de los países industrializados por asegurar suministro desde otros países.**

Minerales/elementos críticos en la Unión Europea

Antimonio	Indio	Barita
Berilio	Magnesio	Bismuto
Borato	Metales del grupo del Platino	Hafnio
Cobalto	Niobio	Vanadio
Fluorita	Silicio Metálico	
Galio	Tierras Raras (ligeros y pesados)	
Germanio	Tungsteno	



Países que suministran materias primas la UE



Países suministradores de CRMs para Europa

El mercado de las Tierras Raras

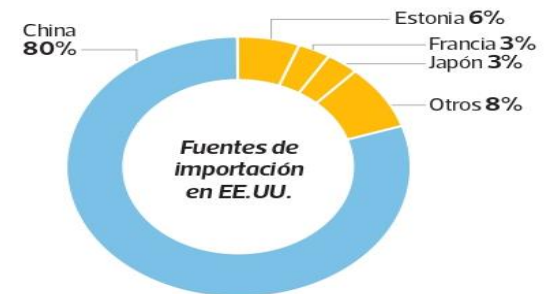
China: Reservas el 44 %, Producción 120.000 t.

EL MERCADO DE LAS TIERRAS RARAS

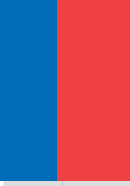
Regiones de producción en China



La industria a nivel global



TIERRAS RARAS LA PRINCIPAL BÚSQUEDA DE LOS PAISES EUROPEOS Y ESTADOS UNIDOS



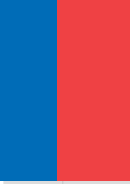
Inicio de las investigaciones de relaves en Chile



- Los los **alemanes el 2013** proponen al Gobierno chileno investigar la presencia en los relaves, de los minerales/elementos estratégicos.
- Por lo tanto, el **Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales de Alemania (BGR)**, **CORFO** y la Cámara Chilena – Alemana de Comercio e Industria (**CAMCHAL**), dan inicio a las primeras investigaciones:
- **La Identificación de Elementos de Valor en Residuos Mineros (Relaves) y Evaluar su Recuperación como Productos Comerciales**
- Investigaciones encabezadas en Chile por:
- **Dr. Roberto Mallea**



Proyecto BGR; CORFO ; CAMCHAL



1. Objetivo General:

- identificar y documentar la presencia de elementos de valor en relaves mineros mediante la caracterización química, física y mineralógica,
- proponer esquemas tecnológicos que permitan recuperar éstos elementos como productos comerciales.

2. Conclusiones (a partir de muestras de relaves de 4 depósitos)

- Los estudios evidencian, cuantifican y caracterizan química y mineralógicamente elementos de valor.
- Las pruebas de lixiviación mostraron la factibilidad de disolver con altas tasas la recuperación metalúrgica de varios elementos de valor



El Departamento de Depósitos de Relave



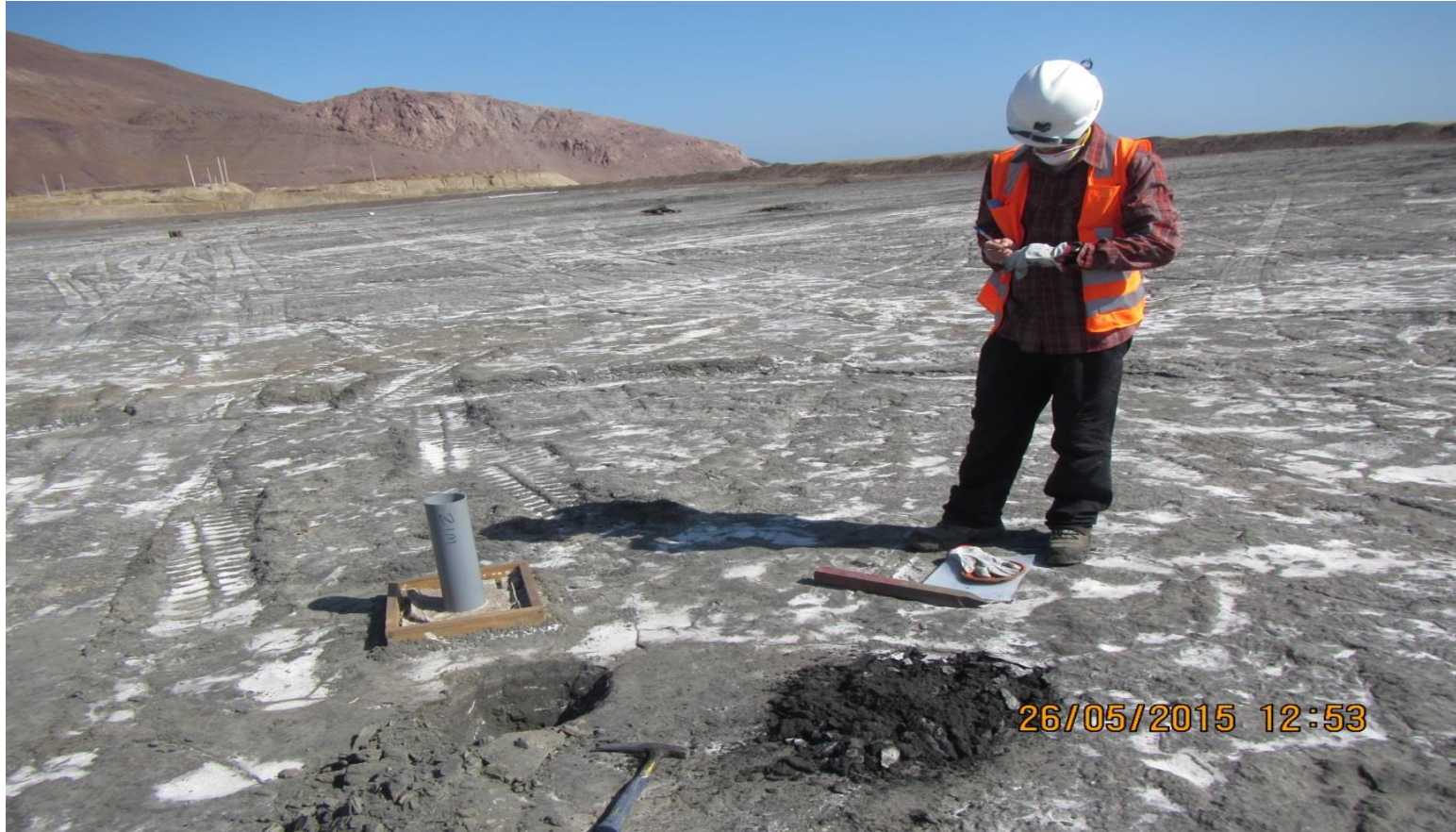
- El 2014 Sernageomin, en la Subdirección Nacional de Minería, se crea el Departamento de Depósitos de Relaves.
- Los ingenieros del Departamento, incorporan en el programa de trabajo anual, investigaciones acerca del comportamiento de los elementos químicos en los depósitos de relaves.
- Las investigaciones se inician con la preparación del :

Catastro Geoquímico de los depósito de relaves.

Objetivo: conocer la distribución de los elementos químicos, especialmente los de valor, como aquellos nocivos para las personas y el medio ambiente




Cubeta tranque Planta Enami de Taltal. Sernageomin



DEPÓSITOS CON CONTENIDOS MAYOR O IGUAL A 0.3 % DE COBRE.

UN EJEMPLO PARCIAL DEL CATASTRO

EMPRESA	DEPÓSITO	SIT. ACTUAL	LUGAR	REGIÓN	COMUNA	COBRE
			MUESTRA			ppm
CODELCO	PIUQUENES	NO ACTIVO	CUBETA	RM	LOS ANDES	18540
JUAN RASMUS	DULCINEA	ABANDONADO	CUBETA	V	PETORCA	3701
JUAN RASMUS	DULCINEA	ABANDONADO	CUBETA	V	PETORCA	4961
JUAN RASMUS	DULCINEA	ABANDONADO	MURO	V	PETORCA	3495
JUAN RASMUS	DULCINEA	ABANDONADO	MURO	V	PETORCA	5262
ANGLO AMERICAN	EL COBRE 3	NO ACTIVO	CUBETA	V	NOGALES	5164
ANGLO AMERICAN	EL COBRE 1	NO ACTIVO	CUBETA	V	NOGALES	8973
CERRO NEGRO	TRANQUE 1	NO ACTIVO	CUBETA	V	CABILDO	5133
CERRO NEGRO	TRANQUE 3	NO ACTIVO	MURO	V	CABILDO	4826
ANGLO AMERICAN	EL COBRE 3	NO ACTIVO	MURO	V	NOGALES	7218
CIA. MINERA ZALDIVAR	EMBALSE 3A	ACTIVO	CUBETA	II	ANTOFA	6641
MINERA LAS LUCES.	TRANQUE 2	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	4131
CIA. MINERA SOLEDAD	TRANQUE 2	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	4827
MINEX S.A	EMBALSE	ACTIVO	CUBETA	III	COPIAPO	11888
MINEX S.A	EMBALSE	ACTIVO	MURO	III	COPIAPO	7254
MINERA ALOE S.A	TRANQUE	ACTIVO	CUBETA	III	D. DE ALMAGRO	8135
MIGUEL DAY	TRANQUE	ACTIVO	CUBETA	III	COPIAPO	12296
INV. INMOB.COYANCURA	EMBALSE	ACTIVO	MURO	III	T. AMARILLA	6842
CODELCO	EL GRINGO	NO ACTIVO	CUBETA	III	D. DE ALMAGRO	19343



OTRAS 2 INVESTIGACIONES EN LOS DEPÓSITOS DE RELAVE: LOS PROYECTOS CORFO

1.- INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO PARA LA RECUPERACIÓN DE ELEMENTOS DE VALOR DESDE RELAVES (**JRI y ECOMETALES**)

2.- IDENTIFICACION, CUANTIFICACION Y EXTRACCION TECNOLÓGICA DE MINERALES/ELEMENTOS DE VALOR CONTENIDOS EN DEPÓSITOS DE RELAVE (**CODELCO TECH**)

OBJETIVOS:

- **POSIBILIDAD DE LA RECUPERAR ELEMENTOS DE VALOR DESDE LOS RELAVES.**
 - **DESARROLLO Y/O ADAPTACION DE TECNOLOGIAS VIABLES**
- 

Finalmente: basado en un Convenio entre (BGR) y SERNAGEOMIN, el 2016 el Departamento de Depósitos de Relave inicia los estudios de los depósitos de relaves



OBJETIVOS

- Caracterización química de depósitos de relaves e identificar la presencia de elementos de valor
- Definir estrategias y tomar decisiones sobre futuras exploraciones o reprocesamiento.
- Definir posibles tecnologías de recuperación de estos elementos de valor.



Para el muestreo de los depósitos de relave, se utiliza un martillo neumático (importado desde Alemania por BGR)

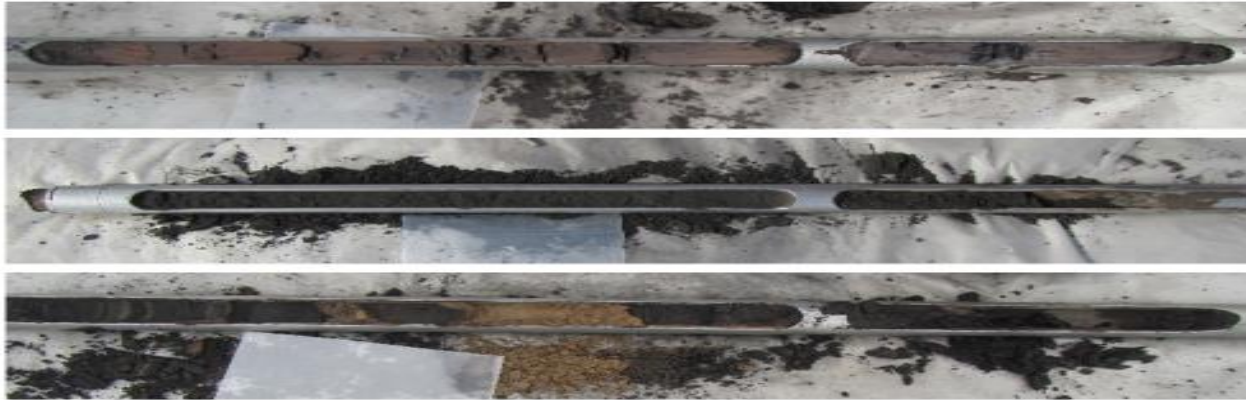
1.-Las muestras fueron caracterizadas directamente en terreno



Extracción de barra a superficie



Las muestra extraídas con el equipo alemán



Estudios realizados en los relaves según convenio BGR – SERNAGEOMIN 2016 - 2018

1. En la Región de Coquimbo:

Tabla 1: Depósitos de Relaves estudiados en la Región de Coquimbo			
Código	Titular	Faena	Depósito
PO T1	ENAMI	Planta Ovalle Panulcillo	Tranque 1
PO T2	ENAMI	Planta Ovalle Panulcillo	Tranque 2
PO E3	ENAMI	Planta Ovalle Panulcillo	Embalse
TD	HMC Gold	Minera Tambo de Oro	Tranque Delirio
AP TT	Altos de Punitaqui	Planta Mantos de Punitaqui	Tranque Tamaya
AP TC	Altos de Punitaqui	Planta Mantos de Punitaqui	Tranque Cisne

- La mayoría de las muestras de los depósitos de la IV región presentan contenidos de **cobre** entre 0,3% y 0,6%.

Contenidos destacables:

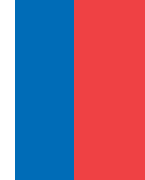
Relaves en Panulcillo – Enami: **Cobre** hasta 1 %;

Cobalto hasta 1000 ppm

Relaves en Punitaqui:

Cobalto hasta 1000 ppm

Un ejemplo, Depósito de Planta Panulcillo – Enami (se analizan 55 elementos mayores y trazas)



Sondaje tranque 1 Panulcillo- Enami											
SONDAJE 1	(As)_SI	Ba_SI	Bi_SI	Ce_SI	Co_SI	Cr_SI	Cs_SI	Cu_SI	Ga_SI	Hf_SI	La_SI
PO T1-M1 0-1	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
PO T1-M1 1-2	466	898	<9	<61	303	800	<74	7800	10	<28	<45
PO T1-M1 2-3	509	876	10	<61	271	911	<74	7796	12	<28	<45
PO T1-M1 3-4	467	913	<9	<61	284	1123	<73	7348	12	<27	<45
							ppm	7102.8			
							%	0.7			

	Pb_SI	Rb_SI	Sb_SI	Sc_SI	Sm_SI	Sn_SI	Sr_SI	Ta_SI	Th_SI	U_SI	V_SI
SONDAJE 1	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
PO T1-M1 0-1	937	36	465	<27	<69	40	148	<20	12	14	143
PO T1-M1 1-2	1203	37	545	<27	<72	<40	173	<21	18	<13	129
PO T1-M1 2-3	1134	41	545	<27	<71	51	182	<21	19	<13	136
PO T1-M1 3-4	1047	42	624	<27	<70	60	179	<20	18	<13	138



Los depósitos de relave de la Planta Panulcillo-Enami - Ovalle



TRANQUE TAMAYA, ALTOS DE PUNITAQUI IV Región



INICIO TRABAJOS DE MUESTREO EN LA SEGUNDA REGIÓN: TALTAL



El personal de Sernageomin y BGR que opero en la Depósitos de Taltal II Región; Un especialista de Alemania, un geóloga de Mongolia, 2 operadores de Sernageomin, 1 ingeniero de minas Sernageomin y un geólogo de Sernageomin



RESULTADOS ANALISIS QUÍMICO EN ALEMANIA TRANQUE 1 ENAMI TALTAL.



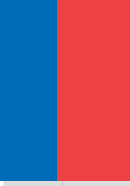
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃ T	Sum
SONDAJE 101	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	%
TT 101 0-1	34,94	0,7	8,4	0,126	3,82	4,7	2,6	1,28	0,56	30,44	87,566
TT 101 1-2	29,94	0,69	6,64	0,104	2,86	4,62	1,74	0,66	0,62	41,7	89,574
TT 101 2-3	27,42	0,554	5,58	0,084	2,6	4,24	1,44	0,74	0,702	48,68	92,04
TT 101 3-3.1	31,16	0,674	6,84	0,114	3,02	4,82	1,74	0,8	0,676	41,04	90,884
										40%	

	Ba	Ce	Co	Cr	Cu	Ga	Hf	La	Mo	Nb	Nd	Ni
SONDAJE 101	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
TT 101 0-1	380	54	110	42	4864	44	<lld	20	12	8	30	168
TT 101 1-2	388	50	104	48	5220	46	<lld	22	10	8	30	180
TT 101 2-3	150	46	104	34	4000	46	<lld	20	10,2	7,2	28	210
TT 101 3-3.1	232	52	102	40	5400	44	<lld	22	12	9,2	30	192
		CERIO			0,49%			LANTANO			NEODIMIO	

	Sm	Sr	Th	U	V	Y	Zn	Zr	Yb	Pb	Rb	Sc
SONDAJE 101	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)	(ppm)
TT 101 0-1	8	106	20	4	374	22	98	138	2,6	84	54	8
TT 101 1-2	8	80	20	4,6	434	18	24	120	1,6	58	28	4
TT 101 2-3	6,6	62	16,6	3,4	468	16,4	24	104	1,2	32	28	14
TT 101 3-3.1	7,2	76	18,2	4	414	18,4	20	112	2,6	42	36	16
						ITRIO			ITERIO			ESCANDIO



Trabajos realizados convenio BGR – SERNAGEOMIN (2016 – 2018)



2. En la Región de Antofagasta

Tabla 1: Depósitos de Relaves estudiados en la Región de Antofagasta

Código	Titular	Faena	Depósito
	ENAMI	Planta Enami	Tranque 1
	LAS LUCES	Planta Las Luces	Tranque 1
	LAS LUCES	Planta Las Luces	Tranque 2
	NOVA VENTURE	Planta Paposo	Tranque 1
	SOTRAMIN	Planta Pirquineros	Tranque 1
	SOTRAMIN	Planta Pirquineros	Tranque 2

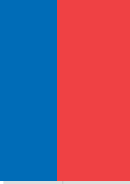
Contenidos destacables:

Relaves tranque 1 Enami Taltal: Cobre 0,5 %

Hierro 26 % (principalmente magnetita)



MUESTREO DEPÓSITOS COMUNA TALTAL

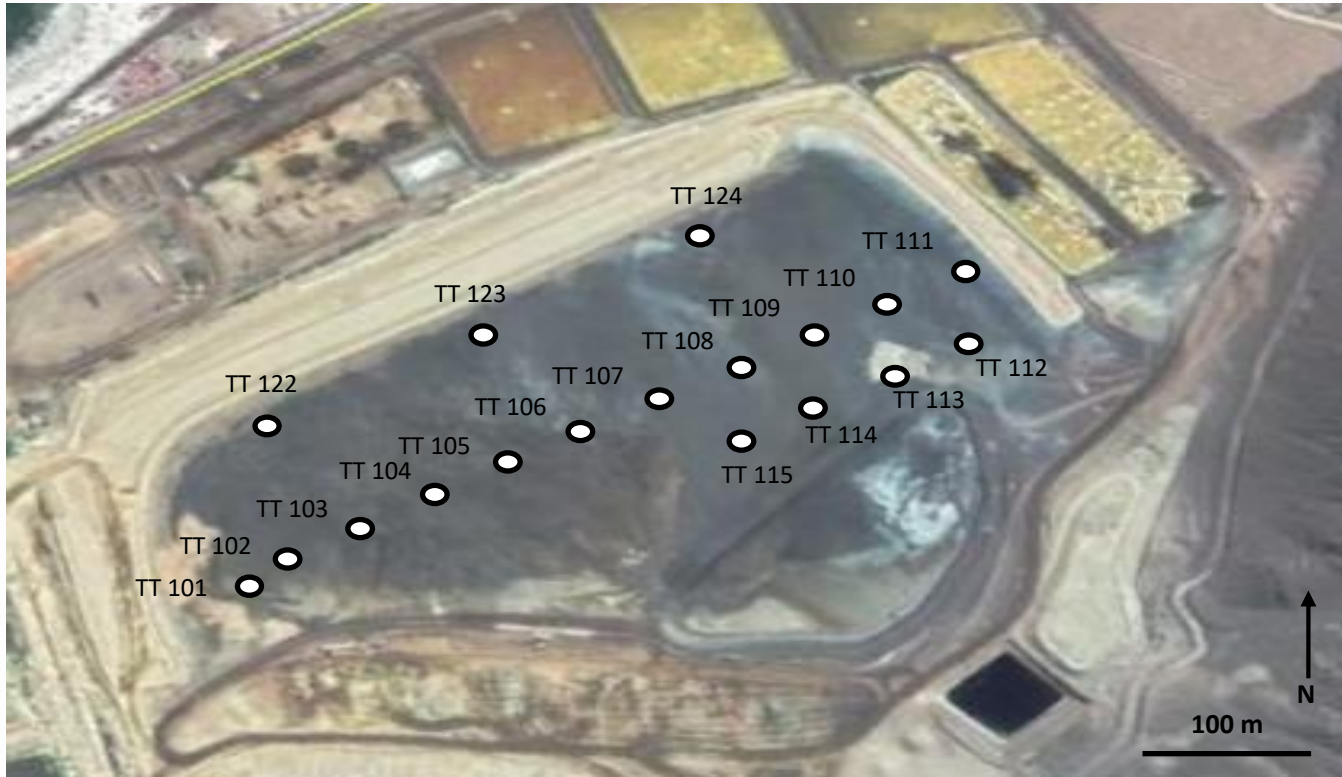


	Las Luces I	Las Luces II	Sotramin	ENAMI	Paposo
Tonelaje [Mil. t]	5,2	9,5	0,1	2,0	2,1
Ley de Cu promedio [%]	0,12	0,28	0,29	0,56	0,33
Ley de Fe promedio [%]	8	10	6	26	30
Ley de As promedio [ppm]	2	56	70	87	38
Perforaciones	8	6	8	16	8
metros en total	56	52	35	122	59



Trabajos realizados en TALTAL

Programa sondajes tranque 1 Enami



Tranque de relaves Enami - Taltal



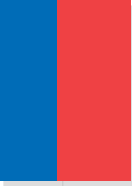
Muro del tranque 1 Nova Venture – Paposo – Taltal

Contaminado el Mar

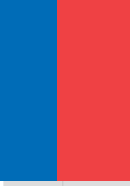


26/04/2017

Depósitos de Relave Sotramin Taltal



Tranque 1 Sotramin - Taltal



Tranque 2 Las Luces Cifuncho Taltal. Programando Sondajes



Depósito Relave Nova Ventura Paposo, Taltal Región de Antofagasta Perforando



CONTENIDOS DE COBRE, HIERRO Y TIERRAS RARAS

Depósitos de la Región de Antofagasta:

Enami Taltal

Nova Venture

Sotramin



EMPRESA	DEPOSITO	SIT. ACTUAL	LUGAR MUESTRA	REGION	COMUNA	Cu (ppm)	Fe2O3 %
ENAMI TALTAL	EMBALSE	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	1148	40.63
ENAMI TATAL	TRANQUE	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	2929	55.77
MINERA NOVA VENTURA(Paposo)	TRANQUE 2	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	977	42.21
MINERA NOVA VENTURA	TRANQUE 1	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	1522	50.39
MINERA NOVA VENTURA	TRANQUE 1	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	881	35.9

						TIERRAS RARAS				SUMA
						La	Ce	Pr	Nd	TOTAL
						(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	14 ELEM
SOTRAMIN	TRANQUE 1	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	3212	212.48	26.13	75.91	3526.52
SOTRAMIN	TRANQUE 2	NO ACTIVO	CUBETA	II	TAL TAL	3407	665.29	50.02	148.06	4270.37



Los estudios realizados en Alemania



Las pruebas de procesamiento



Pruebas de Procesamiento en Alemania

Para determinar el potencial económico de los relaves, se realizaron las siguientes pruebas de procesamiento:

- Flotación
- Separación gravimétrica
- Separación magnética
- Lixiviación
- Deposición del cobre lixiviado



Prueba de flotación



Concentrado de magnetita



Pruebas de lixiviación con ácido sulfúrico

Separación Magnética y Lixiviación:

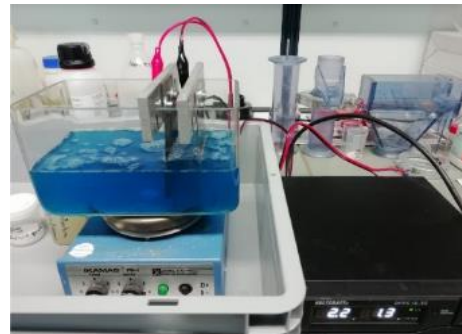
Como proceso estos métodos fueron los mas exitosos



Separación magnética



Separación de solución



Electrólisis

1. Pruebas de procesamiento relaves en depósitos de la IV Región.

Lixiviación

En los relaves de Panulcillo y de Punitaqui:

Pruebas de lixiviaron con ácido sulfúrico diluido (5 % H_2SO_4)

La lixiviación de cobre fue muy rápida

Flotación

En los relaves de Panulcillo y Punitaqui:

- Pruebas de Flotación de Pirita :

Recuperación de Cobalto: 54 a 56 %

Leyes de cobalto en los concentrados en promedio

0,35 % hasta 0,45 %

2. Pruebas de procesamiento relaves en depósitos de la II Región. Tranque 1 Enami- Taltal

Contenidos de minerales /elementos principales en el depósito

Leyes de **cobre**: hasta 1 %, promedio 0,5 %

Leyes de **hierro**: hasta 36 %, promedio 26 %

Métodos de Procesamiento

- Separación Gravimétrica
- Flotación
- Lixiviación
- Separación Magnética

Conclusión de la aplicación de los métodos de procesamiento:

- Para recuperar el Cobre y el Hierro se necesitan al menos dos procesos combinados

Prueba de Flotación antes de Separación Magnética

Recuperación de sólo un 28,5 % de Fe

La recuperación de cobre es alta aprox. 65 % a 73 %

Material	Masa [g]	Recup. [%]	Cu ley [%]	Recup. [%]	Fe ley [%]	Recup. [%]	S ley [%]	Recup. [%]
Alimentación	6.012	100	0,45	100	26,7	100	0,04	100
Relave de relave	3.016	50,1	0,27	30,1	10,3	19,4	0,01	8,3
Pre-concentrado de Cu	1.284	21,4	1,37	65,1	20,6	16,5	0,16	88,1
Concentrado de Fe	1.711	28,5	0,08	4,8	60,0	64,1	0,01	3,6

Prueba de Separación magnética antes de flotación

Se recupera 60 % de Fe con ley de Cu 0,14 %

La recuperación de cobre sería a partir de sólo del 60 % del total de relave procesado por cuanto ya fue recuperado el Fe.

Material	Masa [g]	Recuperación [%]	Cu ley [%]	Recuperación [%]	Fe ley [%]	Recuperación [%]	S ley [%]	Recuperación [%]
Alimentación	5.578	100	0,44	100	27,5	100	0,02	100
Relave de relave*	3.095	55,5	0,32	44,6	10,0	21,4	0,01	26,1
Pre-concentrado de Cu	489	8,5	2,0	44,2	12,4	4,2	0,19	67,3
Concentrado de Fe	1.800	32,3	0,14	11,2	59,8	74,4	0,01	6,6

Diferencia entre los dos esquemas (separación magnética antes de flotación y flotación antes de la separación magnética)

Recuperación de Fe: Es mejor si se aplica separación magnética antes de flotación pero la ley de Cobre, hasta 0,14% en el concentrado de Fe, castiga el precio del Fe

Recuperación de cobre: Es mejor al aplicar flotación antes de la separación magnética

En ambos casos la recuperación de cobre no es económica

Por lo tanto: hay que lixiviar los preconcentrados para recuperar el cobre que sea factible de comercializar

		Masa [t]	Ley de Fe [%]	Recuperación de Fe [%]	Ley de Cu [%]	Recuperación de Cu [%]
Relave en total		2.000.000	27		0,56	
separación magnética - flotación	Conc. de Fe	660.000	60	74	0,14	
	Pre-conc.2 de Cu	256.000			1,7	57
	Pre-conc.1 de Cu	152.000			2,4	48
	Relave de relave	1,1 – 1,2 Mio. t	10	21	0,32	45
flotación - separación magnética	Pre-conc.1 de Cu	430.000			1,5	73
	Pre-conc.2 de Cu	288.000			2,2	66
	Conc. de Fe	570.000	60	64	0,08	
	Relave de relave	1,0 – 1,1 Mio. t	10	19	0,27	30

Mineralogía de los relaves Tranque 1 Enami Taltal



Minerales	plagioclasa	magnetita	cuarzo	muscovita	chlorita	anfíbol	hematita	yeso	calcita
[%] minerals*	21	18	14	12	12	9	7	4	4

*suma normalizada a 100 %. Faltan minerales trazas (mineralogía detallada abajo).

	nfm original	nfm lixiviado	fm original	fm lixiviado	original calculado	lixiviado calculado
Phase	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
magnetita	1,7	1,7	54,8	59,9	22,9	25,0
plagioclasa (albita)	18,6	18	7,7	7,7	14,2	13,9
cuarzo	17,6	17,6	6,9	6,7	13,3	13,2
anfíbol (actinolita)	11,6	12,4	5,2	3,7	9,0	8,9
grupo de clorita	12,2	10,6	4,3	3,6	9,0	7,8
hematita	6,4	6,5	9,4	9,7	7,6	7,8
grupo de smectita**	11,8	10,8	nn	nn	7,1	6,5
feldspato	5,8	5,6	2,7	2,8	4,6	4,5
mica*	4,6	5,2	2,2	1,8	3,6	3,8
calcita	3,4	0,8	1	0,4	2,4	0,6
goethita	1,4	1,1	2,1	1,4	1,7	1,2
yeso	1,5	8,3	1,7	nn	1,6	5,0
pirita	1,3	1,2	0,6	0,6	1,0	1,0
apatita	0,9	nn	nn	nn	0,5	nn
atacamita	0,4	nn	0,3	nn	0,4	nn
halita	0,2	nn	0,6	nn	0,4	nn
ankerita	0,4	0,2	0,3	0,1	0,4	0,2
calcopirita	0,2	nn	0,2	0,2	0,2	0,1
basanita	nn	nn	nn	1,4	nn	0,6



Valorización simplificada de la factibilidad del reprocesamiento

1. Flotación - separación magnética

Flotación – sep. mag.	Masa [t]	ley Fe [%]	Fe rec [%]	ley Cu [%]	Cu rec [%]	Cu cont [t]	ley S [%]	valor de metales* [US\$]
Relave en total	2.000.000	27		0,56		11.200	0,04	
Pre-conc. Cu	430.000			1,7	65	7.280	0,2	40.040.000
Conc. Fe	570.000	60	64	0,08			0,01	37.000.000

- Los resultados calculados, se basan en pruebas del laboratorio
- Se consigue una buena recuperación de Fe, pero el pre-concentrado de Cu no es económico

Valorización simplificada de la factibilidad del reprocesamiento

2. Lixiviación - Separación Magnética

Lixiviación – sep. mag	Masa [t]	ley Fe [%]	Fe rec [%]	ley Cu [%]	Cu-lixiv. [%]	Cu Rec [%]	Cu-cont [t]	valor de metales* [US\$]
Relave en total	2.000.000	27		0,56			11.200	
Lixiviación	2.000.000				0,45	80	8.900	49.100.000
Conc. Fe	660.000	60	74					42.900.000

El valor recuperado es mas alto que en el esquema con flotación por la buena recuperación de Cu resultando en un producto económico (cátodos)

Cobre producido a partir del procesamiento de relaves del tranque 1 de Enami Taltal

17,4 kg de relave, ley de cobre 0,5 %

Lixiviado con 80 litros de ácido sulfúrico (5 %)

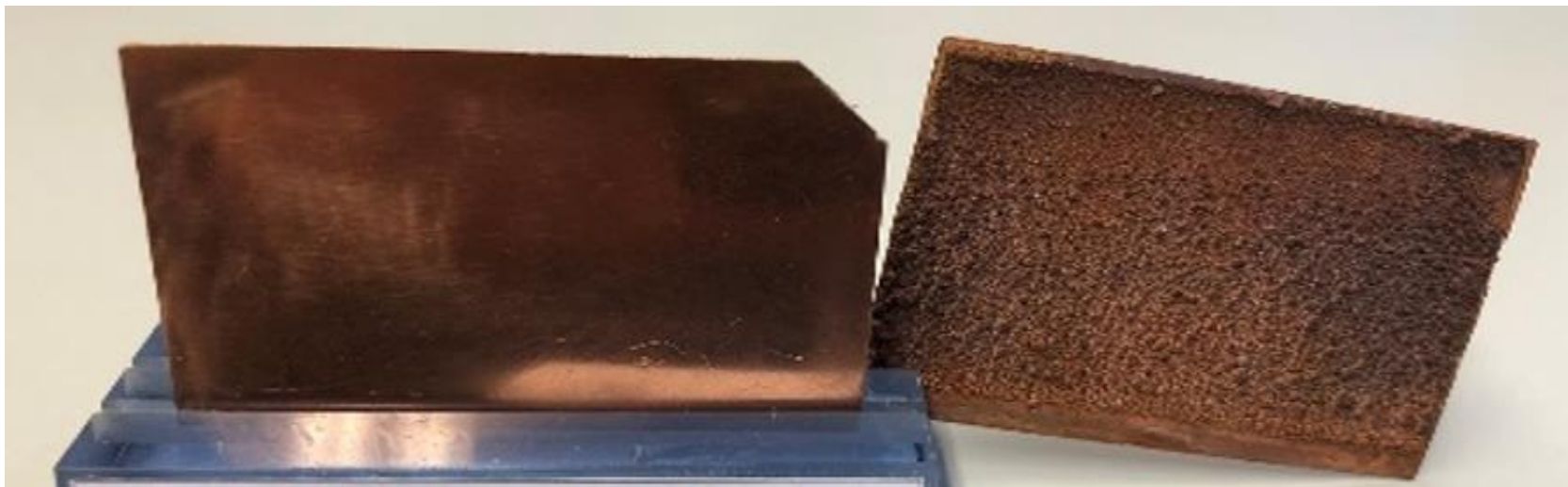
Tiempo: 5 horas

Ley en solución: 780 mg Cu/l

Recuperación: 80 %

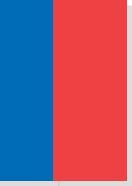
Al aumentar pH: se concentra la solución con intercambio de iones hasta 42 g Cu/l

Resultado: se deposita cobre - CÁTODO



Perspectivas futuras. Quéé Hacer

- Realizar pruebas de procesamiento en una escala más grande para demostrar la factibilidad técnica y económica de los procesos desarrollados en laboratorio,
- Determinar los costos de operación, las inversiones requeridas y retorno económico
- Considerar recuperar el Cobalto que esta ocluido en la pirita y que se ha demostrado que esta presente en los depósitos de relave de la IV Región
- Evaluar si es económico flotar la pirita con lo cual se recupera cobalto y se podría vender el concentrado de la pirita
- Preparar una metodología para el muestreo y estimación de los recursos y reservas de relaves y otros residuos
- En definitiva queda mucho por hacer, **Sernageomin** hará esfuerzos por realizar mas investigaciones de los depósitos de relave, en especial los de mayor volumen, conjuntamente con **Codelco, Enami y BGR**



Gracias

